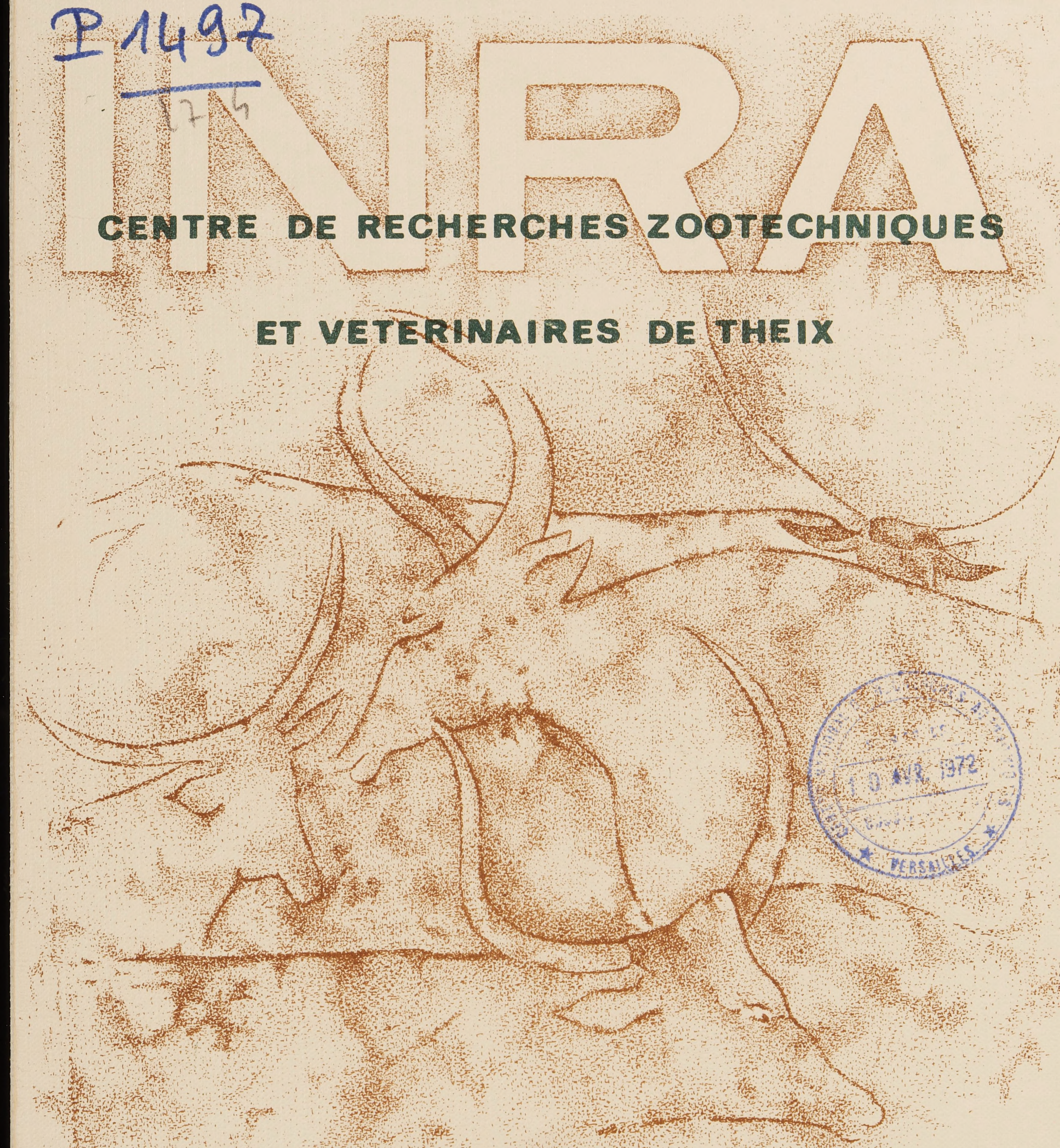
P 1497
175

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX



10 MAR. 1972
PERSONNES

BULLETIN TECHNIQUE n°7

(TRIMESTRIEL)

MARS 1972

BTT-7

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE n°7

C.R.Z.V.
63-SAINT GENÈS CHAMPANELLE-
Tél. (73) 92-24-53

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

MARS 1972

SOMMAIRE

PAGE

COMPLEMENTATION DES RATIONS A BASE D'ENSILAGE DE MAIS EN DEBUT DE LACTATION

R. VERITE 5

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR LES MATIERES AZOTEES DU TUBERCULE DE POMME DE TERRE

R. PION, P. HALGA, Y. COIC 11

POSSIBILITES D'ENRICHISSEMENT EN CUIVRE DES FOURRAGES

Simone PERIGAUD J. BELLANGER 17

DISTRIBUTION A DES VEAUX D'ELEVAGE DE LAIT RECONSTITUE EN 1 OU 2 FOIS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE

A. HODEN, M. JOURNET 23

QUELQUES ASPECTS DE LA PATHOLOGIE NEONATALE DU VEAU

M.C. MICHEL, Jacqueline DARDILLAT 31

QUELQUES FACTEURS PREDISPOSANTS DE LA MORTALITE DES VEAUX

M.C. MICHEL, Jacqueline DARDILLAT 39

PUBLICATIONS TECHNIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE 45

SOMMAIRE DE PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A. 49

COMPLEMENTATION DES RATIONS A BASE D'ENSILAGE DE MAIS EN DEBUT DE LACTATION

R. VERITE

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Ω Ω Ω

L'utilisation de l'ensilage de maïs pour les vaches laitières a pris une grande extension en France depuis quelques années. Si les avantages de ce régime et ses effets sur les consommations et les productions commencent à être bien connus (VERITE et al., 1970 - Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, n°1, p. 21-40), par contre, on ne sait pas encore quelles sont les règles d'une complémentation efficace et économique.

Dans cet essai nous avons voulu déterminer le niveau optimum de complémentation en aliment concentré au début de la lactation (4 premiers mois) lorsque des vaches laitières à haut niveau de production reçoivent de l'ensilage de maïs-urée à volonté comme seul fourrage. Nous avons cherché à répondre aux questions suivantes :

1°) Lorsqu'on accroît l'apport d'aliment concentré :

- Quelle est la diminution d'ingestion de l'ensilage et quelle est l'augmentation réelle des apports énergétiques ?
- La production et la composition du lait sont-elles modifiées ?
- Les effets sont-ils les mêmes quelle que soit la teneur en matière sèche (M.S.) de l'ensilage ?

2°) Le niveau d'ingestion d'un ensilage de maïs à très forte teneur en matière sèche est-il nettement plus élevé que celui d'un ensilage à teneur normale ?

24 vaches en stabulation entravée (en 2ème - 3ème - 4ème et 5ème lactations) ont été réparties en 2 lots (H et B) sur la base des productions de lait et de matières grasses enregistrées au cours des 7 premières semaines de la lactation précédente.

Depuis 3 semaines avant le vêlage jusqu'à la fin de la 14ème semaine de lactation, elles ont reçu comme seul fourrage de l'ensilage de maïs à volonté. L'aliment concentré * a été distribué de la façon suivante :

- depuis 2 semaines avant vêlage jusqu'à la fin de la 3ème semaine de lactation les quantités distribuées ont été augmentées progressivement (voir HODEN et JOURNET, 1971 - Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, n°5, p. 5-26),

---

* *Pendant la période I, ce concentré a été uniquement du « concentré production » (1 U.F. et 150 g M.A.D. par kg). Pendant la période II, le concentré comprenait 1 kg de tourteau de soja et le reste en « concentré production ».*

- à partir de la 4ème semaine, les vaches ont reçu 0,4 U.F. d'aliment concentré par kg de lait à 4 % de matières grasses (M.G.) :

. au-dessus de 10 kg de lait à 4 % M.G. dans le lot H
. au-dessus de 15 kg de lait à 4 % M.G. dans le lot B.

Deux ensilages de maïs ont été utilisés :

- Variété INRA 258, récolté à 42 % M.S. (comprenant 45 % de grain dans la matière sèche), enrichi en urée (16 g par kg M.S.) et distribué au cours de la période I (jusqu'à la 10ème semaine de lactation).

- Variété INRA 200, récolté à 28 % M.S. (comprenant 39 % de grain dans la matière sèche), non enrichi en urée, et distribué au cours de la période II (11ème à 14ème semaines de lactation).

Au cours des 15ème - 16ème et 17èmes semaines de lactation, toutes les vaches ont reçu le même régime : foin (5,5 kg M.S.) - betteraves (3,9 kg M.S.) - ensilage de maïs (3,7 kg M.S.)-aliment concentré à raison de 0,4 kg par kg de lait 4 % M.G. au-dessus de 10 kg de lait 4 % M.G.

L'évolution moyenne pour chaque lot des consommations, des productions et du poids vif est reportée dans le graphique ci-après et les valeurs moyennes pour les périodes (4ème à 10ème semaines de lactation) * et (12ème à 14ème semaines de lactation) dans le tableau ci-après.

Les principaux résultats concernent :

1°) Les quantités ingérées :

- L'ingestion d'ensilage de maïs à 42 % M.S. a été élevée et maximale dès la 2ème semaine de lactation dans le lot H (13,5 kg M.S.) et dès les 6-7èmes semaines de lactation dans le lot B (15,5 kg M.S.). L'ingestion d'ensilage à 28 % a été inférieure d'environ 2 kg M.S. à celle de l'ensilage à 42 % M.S. bien que la quantité de concentré ait été également plus faible (1,1 kg M.S.).

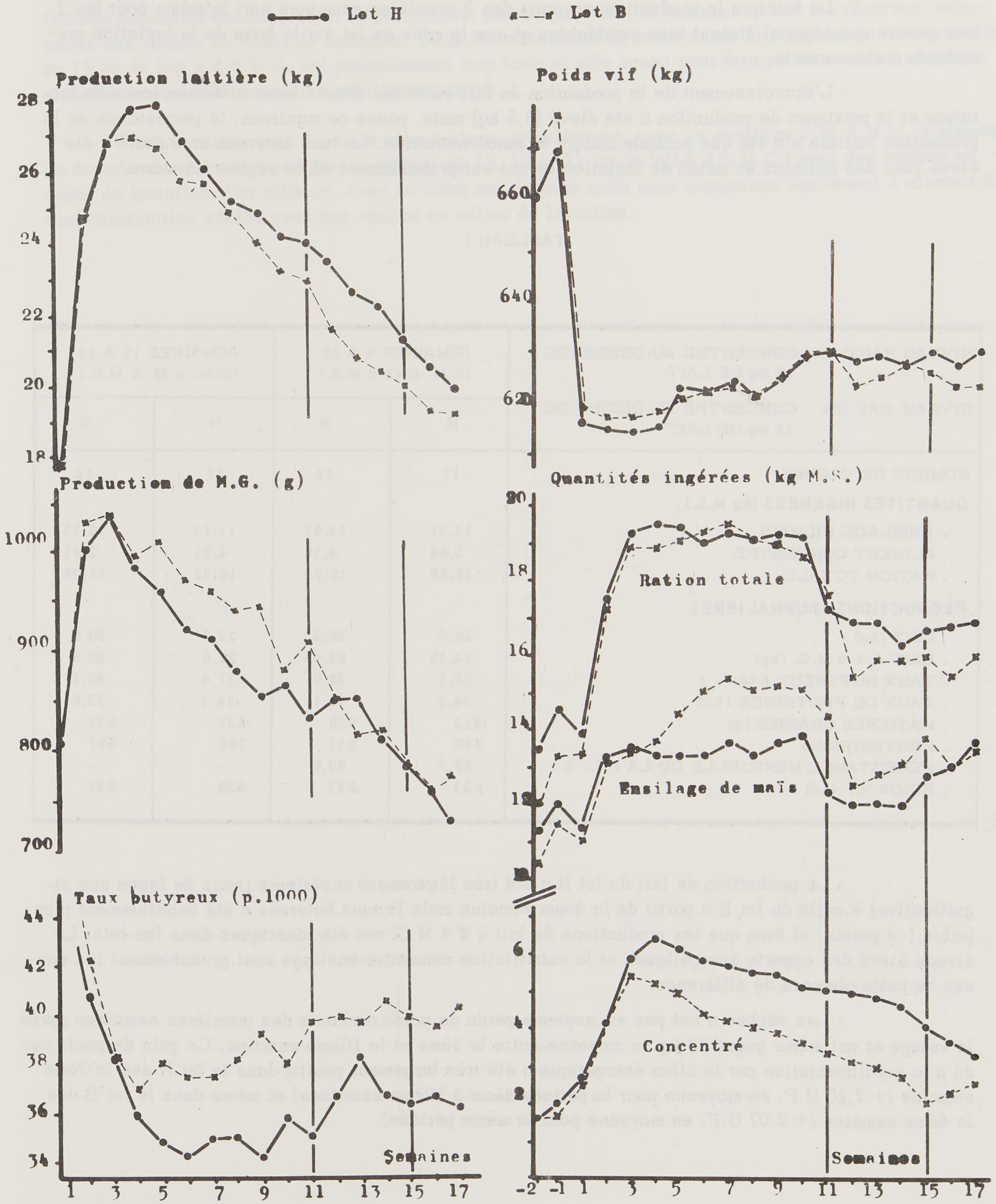
- Avec l'ensilage à 42 % M.S., la ration totale ingérée a été maximale (19,5 kg) à partir de la 3ème semaine de lactation et n'a pas différé entre les 2 lots. En effet, le concentré supplémentaire distribué dans le lot H s'est substitué en grande partie à l'ensilage de maïs : en moyenne chaque kg M.S. de concentré supplémentaire a fait diminuer l'ingestion d'ensilage de maïs de 0,8 kg M.S. De ce fait, l'apport d'un kg de concentré au-dessus du niveau B n'augmente que très peu le niveau énergétique de la ration (+ 0,45 U.F.).

- Par contre, avec l'ensilage à 28 % M.S., la substitution n'a été que de 0,45 kg M.S. d'ensilage pour chaque kg M.S. de concentré supplémentaire. Chaque kg de concentré au-dessus du niveau B a donc fait augmenter l'apport énergétique de 0,7 U.F.

- Les quantités ingérées ont été très variables entre animaux : les extrêmes ont été de 11,5 à 17,4 kg M.S. d'ensilage à 42 % M.S. et de 15,0 à 22,8 kg M.S. pour la ration totale correspondant. Une bonne partie de cette variabilité (50 %) peut s'expliquer par les différences de poids vif (entre 2 vaches, à une différence de poids vif de 100 kg correspond en moyenne une différence de quantité d'ensilage à 42 % M.S. ingérée de 2 kg M.S.) et de production de lait.

---

* *Pendant les 3 premières semaines de lactation, par suite du schéma de distribution du concentré adopté, les 2 lots ont reçu la même quantité de concentré. De ce fait, les résultats expérimentaux ne porteront que sur les 4ème à 10ème semaines de lactation.*


Lot H
Lot B
Production laitière (kg)
28
26
24
22
20
18
Poids vif (kg)
660
640
620
Production de M.G. (g)
1000
900
800
700
Quantités ingérées (kg M.S.)
20
18
16
14
12
10
Ration totale
Ensilage de maïs
Concentré
Taux butyreux (p.1000)
44
42
40
38
36
34
Semaines
1 3 5 7 9 11 13 15 17
-2 -1 1 3 5 7 9 11 13 15 17

2°) La production laitière et le poids vif :

- Le fait que la production moyenne des 3 premières semaines soit la même pour les 2 lots prouve que ceux-ci étaient bien semblables et que la mise en lot sur la base de la lactation précédente a été correcte.

- L'accroissement de la production de lait entre les 4ème - 5ème et 6èmes jours de lactation et le maximum de production a été élevé (6,5 kg) mais, passé ce maximum, la persistance de la production laitière n'a été que normale malgré la suralimentation. Le taux butyreux enregistré a été élevé pour des animaux en début de lactation ce qui est probablement dû au régime lui-même.

TABLEAU I

NIVEAU HAUT (H) : CONCENTRE AU-DESSUS DE 10 kg DE LAIT. NIVEAU BAS (B) : CONCENTRE AU-DESSUS DE 15 kg DE LAIT	SEMAINES 4 A 10 (E.M. à 42 % M.S.)		SEMAINES 12 A 14 (E.M. à 28 % M.S.)	
	H	B	H	B
NOMBRE DE VACHES	11	12	11	12
QUANTITES INGEREES (kg M.S.)				
. ENSILAGE DE MAIS	13,31	14,63	11,72	12,55
. ALIMENT CONCENTRE	5,68	4,10	4,71	2,81
. RATION TOTALE	18,99	18,73	16,43	15,36
PRODUCTIONS JOURNALIERES				
. LAIT (kg)	26,0	25,2	22,7	20,8
. LAIT A 4 % M.G. (kg)	24,10	24,45	21,6	20,8
. TAUX BUTYREUX (‰)	35,1	38,0	37,4	40,1
. TAUX DE PROTEINES (‰)	34,2	33,1	34,3	33,6
. MATIERES GRASSES (g)	912	958	837	831
. PROTEINES (g)	880	831	766	697
. PERSISTANCE MENSUELLE DE LA P.L. %	89,7	90,8	-	-
. POIDS VIF (kg)	623	623	629	625

- La production de lait du lot H a été très légèrement supérieure (mais de façon non significative) à celle du lot B à partir de la 4ème semaine mais le taux butyreux a été sensiblement plus faible (-3 points) si bien que les productions de lait à 4 % M.G. ont été identiques dans les lots. Le niveau élevé des apports énergétiques et la substitution concentré-ensilage sont probablement les causes de cette absence de différence.

- Les vaches n'ont pas en moyenne perdu de poids au cours des premières semaines après le vêlage et ont même gagné 12 kg en moyenne entre la 3ème et la 10ème semaine. Ce gain de poids est dû à la suralimentation car le bilan énergétique a été très largement positif dans le lot H dès la 3ème semaine (+ 2,20 U.F. en moyenne pour la période 4ème à 10ème semaines) et même dans le lot B dès la 4ème semaine (+ 2,07 U.F. en moyenne pour la même période).

Le niveau de complémentation énergétique d'une ration d'ensilage de maïs à très forte teneur en M.S. peut être nettement abaissé par suite du niveau élevé d'ingestion, de l'importance de la substitution concentré-ensilage et de la possibilité, non utilisée ici, de faire mobiliser les réserves corporelles des vaches en début de lactation. Dans les conditions de notre essai la complémentation à partir de 15 kg de lait à 4 % M.G. est probablement trop forte et elle aurait peut-être pu être encore abaissée si on avait équilibré complètement l'apport azoté.

C'est la raison pour laquelle nous testons actuellement, avec un ensilage à 36 % M.S., 3 niveaux de complémentation énergétique (au-dessus de 13, 18 et 23 kg de lait à 4 % M.G.) pour des vaches en début de lactation. Par ailleurs, avec un autre ensilage de maïs nous comparons également 2 niveaux de complémentation azotée avec des vaches en milieu de lactation.

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR LES MATIERES AZOTEES DU TUBERCULE DE POMME DE TERRE

R. PION *, P. HALGA **, Y. COIC ***

* *Station d'Etudes des Métabolismes et*
*** *Station de Physiologie Végétale - CNRA - 78 - VERSAILLES*

Ω Ω Ω

Nous avons cherché à déterminer l'amplitude des variations de la composition en acides aminés de la pomme de terre en utilisant des fumures azotées choisies de manière à faire varier largement la teneur en azote du tubercule (PION, HALGA et COIC 1971). Nous allons résumer brièvement ici les principaux résultats obtenus pouvant avoir des conséquences nutritionnelles en laissant de côté la description détaillée de la discussion des techniques utilisées et l'exposé de l'aspect agronomique des expériences réalisées.

METHODES EXPERIMENTALES

Deux expériences ont été réalisées en utilisant la variété Bintje : les fumures azotées utilisées figurent sur le tableau I. Les analyses ont été effectuées sur les tubercules non pelés.

Les matières azotées «solubles» figurant sur les tableaux ont été extraites par l'éthanol 82 % et par l'acide trichloracétique (A.T.C.) 10 %. Les acides aminés ont été dosés par chromatographie sur colonnes échangeuses d'ions.

Il faut noter que les échantillons ont été bloqués à la récolte et que les résultats s'appliquent donc à des tubercules n'ayant pas subi de conservation.

RESULTATS

Une fumure azotée importante, si elle n'a que peu d'influence dans nos conditions expérimentales sur la quantité de matières sèches récoltée par hectare, peut augmenter de façon importante les quantités de matières azotées (M × 6,25) récoltées, et aboutir à des productions de matières azotées à l'hectare très élevées (tableau I) ; la teneur en matières azotées rapportée à la matière sèche du tubercule augmente fortement avec la fumure azotée, et la production de ces matières azotées qui est extractible par l'acide trichloracétique à 10 % et par l'éthanol augmente légèrement avec la fumure azotée, mais dans une proportion beaucoup plus faible que la teneur en azote du tubercule. Il y a donc une augmentation importante de la teneur en protéines du tubercule, et l'augmentation de la teneur en matières azotées solubles est faible par rapport à celle que l'on observe fréquemment dans le cas des fourrages.

** *Adresse actuelle : Institut Agronomique de Jassy, alea M. SADOVEANU, n. 3, IASI.*

TABLEAU I

PRODUCTION ET COMPOSITION DES TUBERCULES

N° de l'échantillon	Fumure azotée (kg N/ha)	Tubercules frais récoltés (t/ha)	Matière sèche % de Matière fraîche	Matières azotées (N × 6,25) %MS	N soluble % de N total	Matière sèche récoltée (t/ha)	Matières azotées (N × 6,25) récoltées (t/ha)
	Expérience A						
1	80	41,6	24,6	5,8	46,9	10,2	0,59
2	80 + 80	49,3	22,4	8,45		11,0	0,93
3	120	46,6	22,8	7,95		10,6	0,84
4	120 + 120	50,8	20,8	10,1	52,0	10,6	1,09
	Expérience B						
5	50	64,1	23,0	7,55		14,7	1,11
6	100	70,5	22,45	8,0		15,8	1,26
7	150	73,0	21,8	10,25		15,9	1,63
8	200	76,5	21,4	10,35	55,1	16,4	1,70

Les protéines (tableau II) contenues dans le résidu d'extraction sont riches en acides aminés indispensables et particulièrement en lysine, en thréonine et en isoleucine, et leur composition ne varie que peu avec la fumure azotée, contrairement à ce que l'on observe par exemple dans le cas des graines de céréales. Leurs teneurs en acides aminés sont voisines de celles qui ont été observées par d'autres auteurs utilisant d'autres méthodes de séparation.

La composition des matières azotées solubles a été déterminée après hydrolyse afin de connaitre la composition en acides aminés totaux de cette fraction et, sans hydrolyse, pour déterminer sa composition en acides aminés libres. Au cours de l'hydrolyse nécessaire au dosage des acides aminés totaux, l'asparagine et la glutamine sont transformées respectivement en acide aspartique et en acide glutamique et apparaissent donc comme tels dans le tableau de résultats. Ces diacides représentent à eux deux plus de la moitié des acides aminés de l'extrait ; les autres composés qui y occupent une place importante sont la valine, l'acide amino-butyrique, la lysine et l'arginine ; la plupart des acides aminés et amides sont partagés à peu près également entre la fraction libre et la fraction combinée ; toutefois les acides aminés basiques sont présents en majeure partie sous forme libre, alors que la glycine se trouve en faible proportion sous cette forme.

L'accroissement de la teneur en azote du tubercule conduit généralement à une augmentation de la part des composés libres dans les acides aminés totaux : elle conduit également à des concentrations en asparagine et glutamine relativement élevées, aux dépens des teneurs en acides aspartique et glutamique. Contrairement à ce que l'on observe souvent dans le cas des tiges et des feuilles, les acides aminés et amides constituent la majeure partie des matières azotées des extraits analysés.

TABLEAU II

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DES PROTEINES DE POMMES DE TERRE

(en g pour 16 g N)

N° de l'échantillon / Auteurs	1	4	8	Données Bibliographiques HUGHES (1968)	Données Bibliographiques FUJIMAKI et al. (1968)
Acide aspartique	12,45	9,55	13,7	13,0	14,9
THREONINE	5,85	5,8	5,8	5,7	5,11
Sérine	5,9	5,7	5,8	5,8	5,96
Acide glutamique	11,5	10,1	12,1	11,3	12,0
Proline	5,1	4,7	5,4	5,1	5,83
Glycine	5,6	5,6	5,5	4,9	5,01
Alanine	5,3	5,0	4,85	4,7	4,89
VALINE	7,6	8,05	7,3	8,0	6,45
CYSTINE	2,7	2,85	2,85	1,6	
METHIONINE	2,25	2,5	2,5	2,8	1,61
ISOLEUCINE	6,35	6,1	5,9	6,8	5,44
LEUCINE	10,2	10,45	10,4	11,1	11,7
TYROSINE	5,3	5,6	5,3	6,1	4,23
PHENYLALANINE	6,3	6,5	6,25	6,2	6,49
LYSINE	7,9	8,3	9,45	8,3	10,4
HISTIDINE	2,1	2,1	2,4	2,4	
ARGININE	5,1	5,0	5,6	5,5	6,78

TABLEAU III

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DES MATIERES AZOTEES SOLUBLES

(en g pour 16 g N)

	Acides aminés totaux		Acides aminés libres	
N° de l'échantillon	1	4	1	4
Acide aspartique	29,39	33,33	3,66	2,92
THREONINE	1,66	1,54	0,62	ND
Sérine	1,55	1,38		
Glutamine + Asparagine + Sérine (en asparagine)			14,54	18,18
Acide glutamique	25,24	30,74	7,11	4,72
Proline	1,06	0,79	0,53	0,44
Glycine	0,98	0,75	0,15	0,19
Alanine	0,94	1,27	0,38	0,75
VALINE	3,77	3,32	2,07	1,90
METHIONINE	ND	ND	0,75	0,86
ISOLEUCINE	1,83	1,44	0,87	0,84
LEUCINE	1,15	0,88	0,38	0,38
TYROSINE	1,85	1,84	0,87	0,71
PHENYLALANINE	1,85	1,42	0,85	0,84
Acide amino butyrique	4,77	3,78	2,62	2,27
Ornithine	0,13	0,06	0,04	0,06
LYSINE	3,26	2,63	2,58	2,27
HISTIDINE	1,00	0,88	0,68	0,61
ARGININE	3,51	3,59	2,92	3,03

ND : non dosé.

Les résultats obtenus pour les matières azotées totales (tableau IV) sont naturellement la conséquence de ceux qui ont été observés pour les protéines et pour les matières azotées «solubles» ; leurs teneurs en acides aminés indispensables sont nettement plus faibles que celles des protéines à l'exception de la valine. Les variations de teneur en acides aminés indispensables liées à l'augmentation de la teneur en matières azotées sont peu importantes et correspondent au moins en partie à une diminution passive liée à l'augmentation des teneurs en acide aspartique et glutamique et en leurs amides.

TABLEAU IV

COMPOSITION EN ACIDES AMINES DES MATIERES AZOTEES TOTALES

(en g. pour 16 g N)

Echantillons	1	4	Données Bibliographiques	
			KOFRANYI et JEKAT (1964)	SCHWERDTFEGER (1969)
Acide aspartique	20,4	22,2	32,2	24,8
THREONINE	3,9	3,5	3,65	3,8
Sérine	3,9	3,35	3,4	3,7
Acide glutamique	17,95	21,55	16,0	15,1
Proline	3,2	2,6	4,25	3,1
Glycine	3,4	2,95	3,4	3,8
Alanine	3,3	3,0	3,2	3,6
VALINE	5,85	5,55	5,15	4,8
CYSTINE	1,45	1,3		0,53
METHIONINE	1,55	1,55		1,5
ISOLEUCINE	4,2	3,6	3,95	3,3
LEUCINE	5,95	5,3	6,0	6,1
TYROSINE	3,7	3,15	4,0	2,8
PHENYLALANINE	4,25	3,75	4,45	4,8
Acide γ amino butyrique	2,05	2,1		
Ornithine	0,05	0,05		
LYSINE	5,65	5,25	5,55	5,4
HISTIDINE	1,6	1,5	1,75	1,5
ARGININE	4,3	4,2	5,0	4,0

CONCLUSION

Les matières azotées de la pomme de terre constituent une bonne source d'acides aminés indispensables malgré des teneurs un peu faibles en lysine et en acides aminés soufrés. La fumure azotée peut augmenter fortement la teneur en azote des tubercules sans dégradation importante de leur composition en acides aminés. Les proportions des acides aminés indispensables dans les matières azotées totales sont un peu plus faibles chez les pommes de terre riches en protéines que chez les plus pauvres, mais leurs teneurs rapportées à la matière fraîche ou au produit brut sont beaucoup plus élevées. Les échantillons les plus riches en azote ont une teneur en matière azotée rapportée à la matière sèche voisine de celle des céréales moyennes, mais présentent une composition en acides aminés beaucoup plus favorable et peuvent donc constituer un aliment azoté non négligeable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FUIMAKI M., TAJIMA M. et MATSOMOTO T., 1968 : Effect of gamma irradiation on the amino acids of potatoes. Agric. biol. Chem., **32,** 1228.

HUGHES B.P., 1958 : The aminoacid composition of potato protein and of cooked potato. Brit. J. Nutr., **12,** 188.

KOFRANYI et JEKAT F., 1964 : Zur Bestimmung der biologischen Vertigkeit von Nahrungsproteine. 10. Vergleich der Bausteinanalysen mit dem minimal Bedarf gemischter Frotein für den Menschen. Hoppe Seyler's Z. Physiol. Chem., **338,** 159.

PION R., HALGA P. et COIC Y., 1971 : Influence de la fertilisation azotée sur la composition en acides aminés du tubercule de pomme de terre. Agrochemica, **15,** 286.

SCHWERDTFEGER E., 1969 : Wertgebende Inhaltsstoffe der Kartoffel in Abhängigkeit von verschiedenen haushalts mässigen Zubereitungen. Mitt. 3 : Eiweiss und Aminosäuren. Qual. Plant. Mater. vég., **17,** 191.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

FUWAKI M., TAJIMA M. et MATSUMOTO T., 1968 : Effect of gamma irradiation on the amino acids of potatoes. Agric. Biol. Chem., 32, 1228.

HUGHES B.P., 1958 : The amino-acid composition of potato protein and of cooked potato. Brit. J. Nutr., 12, 188.

KOFRANYI et JEKAT F., 1964 : Zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit von Nahrungsproteinen. 10. Vergleich der Bausteinanalysen mit dem biologisch bestimmten Protein des Menschen. Hoppe Seyler's Z. Physiol. Chem., 338, 159.

PION R., HALGA P. et LOEC Y., 1971 : Influence de la fertilisation azotée sur la composition en acides aminés du tubercule de pomme de terre. Agrochimica, 15, 278.

SCHWERDTFEGER E., 1969 : Wertgebende Inhaltsstoffe der Kartoffel in Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen. Mitt. 2 : Eiweiss und Aminosäuren. Qualit. Plant. Mater. veg., 17, 121.

POSSIBILITES D'ENRICHISSEMENT EN CUIVRE DES FOURRAGES

Simone PERIGAUD, J. BELLANGER
Station de Physiopathologie de la Nutrition

Ω Ω Ω

Une complémentation minérale raisonnée des ruminants est facile à réaliser sur des animaux susceptibles d'être nourris séparément (vaches laitières, jeunes en stabulation entravée), mais pose des problèmes pratiques non résolus là où le rationnement est collectif (libre-service, pâturage, parcours) ; une distribution globale au niveau de la totalité du troupeau peut, à la limite, et selon les quantités individuellement ingérées, être inefficace ou toxique ; les ovins sont particulièrement sensibles au cuivre et les risques sont tels, pour eux, que, pratiquement, on ne corrige pas les subcarences cuivriques.

L'enrichissement convenable en cuivre des fourrages est donc une solution **à priori** séduisante. Deux modes d'apport peuvent être utilisés : un épandage de sel de cuivre sur le sol ou des pulvérisations foliaires en cours de végétation.

L'un et l'autre ont déjà été utilisés sur les herbages : les résultats en sont très variables. Mais les conditions de sols et de climat, les plantes en jeu, les doses et les modalités d'emploi de ce cuivre sont également très différentes d'un auteur à l'autre. En outre, la plupart de ces essais ont été entrepris sur des sols dont la carence en oligoéléments est souvent telle qu'elle constitue un facteur limitant du rendement végétal lui-même (sols glaciaires et tourbeux des pays du Nord de l'Europe, sols tropicaux d'Australie et de Nouvelle-Zélande, etc...).

Le problème se pose différemment en France où il s'agit non plus d'augmenter une récolte, mais de modifier sa composition. Nous avons donc entrepris l'étude de ces possibilités d'enrichissement en cuivre sur deux prairies de bonne productivité du domaine de Theix, une prairie complexe, et une fléole (Mélusine). Ces prairies sont installées l'une et l'autre en sol granitique enrichi de retombées basaltiques.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL ET RESULTATS OBTENUS

1) Dispositif

Le dispositif est le même sur les deux prairies, il comprend 3 traitements, avec 4 répétitions :

- Témoins (sans cuivre)
- Avec cuivre épandu au sol
- Avec cuivre en pulvérisations foliaires

Le « **cuivre au sol** » est épandu en 1 fois à la dose de 6 kg Cu/ha sous forme de sulfate de cuivre (dissous dans 2 000 l d'eau pour faciliter l'homogénéité de l'épandage). Cette dose est apportée soit sur le sol nu après la dernière préparation du lit de semences (fléole), soit sur la prairie en fin de repos végétatif hivernal (prairie complexe).

Les **pulvérisations foliaires** sont répétées à chaque cycle, lorsque la végétation atteint 15 à 20 cm de hauteur, soit 20 à 45 jours avant la coupe ; elles apportent, chaque fois, 200 g de cuivre/ha sous forme d'oxychlorure (viricuivre micronisé) à 0,4 g/litre d'eau (forme moins corrosive et plus «active» que le sulfate de cuivre non neutralisé).

2) Résultats

a) **prairie complexe**

Cette prairie, à base de graminées (Ray-grass et fétuque), contient environ en 1er cycle 6 % de trèfle blanc ladino et 12 % de «plantes diverses» (surtout des pissenlits).

Les résultats (1969-70) sont présentés dans le tableau I :

- dans ce mélange complexe, les graminées sont les plantes les plus pauvres en cuivre et les «diverses» les mieux fournies ;
- le «**cuivre au sol**» ne permet pas un enrichissement substantiel aux 1ères coupes tardives (stade foin) ni aux coupes suivantes. Au stade ensilage, la teneur de la prairie est cependant multipliée par 1,4.
- plus d'un an après son épandage, le cuivre apporté au sol est encore aussi efficace, en 1er cycle, que la première année.
- les **pulvérisations foliaires,** bien qu'à doses 30 fois plus faibles que l'engrais au sol, sont beaucoup plus efficaces que lui, mais ne laissent évidemment aucune action à long terme.
- devant cette technique, les trois familles de plantes se distinguent nettement : si la teneur des graminées est multipliée par 2 par rapport au témoin, celle des trèfles et du pissenlit est multipliée par 3,2. Dans certaines parcelles, les teneurs en cuivre des pissenlits atteignent 30 ppm Cu.

b) **fléole**

Sur cette prairie, semée fin 1969, des prélèvements ont été faits en dehors des coupes et complétés, en 1971, par une appréciation de la quantité de matière sèche formée à chaque stade.

Les résultats des deux années font l'objet des tableaux 2 et 3 : les seconds cycles, insignifiants en 1970 (grande sécheresse), ont été très importants en 1971 :

- la diminution de la teneur en cuivre au cours du 1er cycle est rapide ; elle est déjà très basse au «stade ensilage».
- l'apport de «**cuivre au sol**» ne permet qu'un faible enrichissement de la fléole (teneur multipliée par 1,1 à 1,2), mais se prolonge, comme précédemment, sur la seconde année.
- les pulvérisations foliaires sont, ici encore, plus efficaces que l'apport de cuivre au sol. Mais deux remarques s'imposent :

1. lorsque la pousse est vigoureuse (1er cycle 1970 ; 2e cycle 1971), cette efficacité s'atténue rapidement avec le temps : à la limite, elle peut être insignifiante si la coupe intervient plus de 20 jours après la pulvérisation.

2. lorsque la croissance est au contraire totalement arrêtée (sécheresse intense de l'été 1970), une pulvérisation peut, après 19 jours, aboutir à une teneur en cuivre extrêmement élevée.

(Voir tableaux I, II, III pages suivantes)

.../...

TABLEAU I

ESSAI D'ENRICHISSEMENT EN CUIVRE
SUR PRAIRIE MIXTE
Cu mg/kg MS

	Stade et date	Plantes	Témoin	+ cuivre au sol	+ cuivre aux feuilles	Nombre de jours écoulés depuis la pulvérisation
1969 le cycle	ensilage 3/6	Graminées	4,8	6,5	9,9	20
		légumineuses	6,7	10,1	21,7	
		diverses	9,1	12,8	24,7	
		mélange	5,5	7,8	11,9	
	foin (coupe) 17/6	mélange	5,4	6,2	7,9	35
2e cycle	4/8	mélange	7,8	8,2	14,8	23
3e cycle	24/9	mélange	9,0	10,6	15,8	18
1970 le cycle	ensilage 23/6/70	mélange	5,1	6,0	(4,7)	* Néant

Différences hautement significatives (sauf chiffre entre parenthèses).
* Néant : pas de pulvérisation cuivrique avant le prélèvement (parcelle équivalente à un Témoin).

TABLEAU II

ESSAI D'ENRICHISSEMENT EN CUIVRE
SUR FLEOLE - 1970
Cu mg/kg MS

	Date et Stade	Témoin	+ cuivre au sol	+ cuivre aux feuilles	Nombre de jours écoulés depuis la pulvérisation
1er cycle	12/5 herbacé	6,2	7,1		
	22/5 début montaison	5,3	5,9	11,7	10
	1/6 mi-montaison	3,0	4,5	6,4	20
	19/6 début épiaison (coupe ensilage)	3,0	4,5	5,2	38
	2/7 pleine épiaison	3,2	3,3	3,4	51
	8/7 mi-floraison (coupe foin)	2,3	3,0	3,1	57
2ème cycle après coupe ensilage 19/6					
	16/7 repousse 15-20		9,4	9,9	* Néant
	24/7 15-20		9,6	88,0	8
	4/8 15-20 cm		8,8	39,0	19
	18/9 20-25 cm		7,5	11,0	45
2ème cycle après coupe foin 8/7					
	1/8 repousse 10-15 cm	9,5	9,7	10,0	* Néant
	20/8 15-20 cm	7,7	7,5	21,6	15
	18/9 20-25 cm	5,7	7,4	8,1	44

* Néant : pas de pulvérisation cuivrique (parcelle équivalente à un Témoin)

TABLEAU III

ESSAI D'ENRICHISSEMENT EN CUIVRE
SUR FLEOLE - 1971
Cu mg/kg MS

	Rendement approxim. T MS/ha **	Témoin	+ cuivre au sol	+ cuivre aux feuilles	Nombre de jours écoulés depuis pulvérisation
1e cycle 22/4 25-30 cm	2,5	8,0			
4/5 35-40 cm	3,8	7,2	8,1		
17/5 épi à 10 cm	7,4	5,7	7,2		
2/6 début épiaison	18,6	4,6	5,5	5,3	* Néant
21/6 mi-floraison	20	3,8	4,3		
13/7 fin floraison		3,7			
2e cycle après coupe ensilage 2/6					
13/7 herbacé 50 cm	2,8	5,9			* Néant
5/8 début floraison	13,4	5,6	6,0		
après coupe foin 21/6					
13/7 herbacé 40 cm	1,4		8,0	6,4	* Néant
5/8 début floraison	10,5		5,7	7,9	20
3e cycle (après coupes le 11/8)					
3/9 herbacé 15 cm	0,5	8,6	10,2	10,0	* Néant
29/9 herbacé 30-35 cm	1,85	5,8	6,6	14,8	26

* Néant : pas de pulvérisation cuivrique (parcelle équivalente à un Témoin)

** Les rendements sont entachés d'une erreur systématique par excès, due à la méthode de contrôle ; ils sont corrects en valeurs relatives et comparables entre eux.

DISCUSSION DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

Les résultats obtenus sont discutés ici en fonction des besoins des ruminants : les seuils de carence se situant entre 4 et 7 mg Cu/kg MS, les seuils de toxicité sont entre 15 et 30 mg pour ovins, 40 et 100 pour jeunes bovins, 100 et 200 pour bovins adultes (UNDERWOOD, 1971).

1) En l'absence d'apport de cuivre

Les résultats obtenus sur le classement des espèces végétales en fonction de leur teneur en cuivre et leur appauvrissement progressif au cours du 1er cycle sont classiques (FLEMING et MURPHY, 1968 ; WHITEHEAD, 1966 ; etc...). Cependant, contrairement à ce qui est souvent affirmé, les graminées étudiées ici - Ray-grass et fléole - ont déjà atteint les seuils de carence (animale) au stade le plus précoce de fauche : seule la pâture tend à couvrir les besoins des animaux.

2) **Apport de cuivre au sol**

L'effet de cette fertilisation est plus marqué en sol pauvre qu'en sol bien pourvu en cuivre (VAN LUIT et HENKENS, 1967). Mais, même en sol pauvre, COPPENET (1970) n'a pas pu, avec 120 kg de sulfate de cuivre (5 fois la dose expérimentée par nous), multiplier par plus de 1,3 la teneur en cuivre du Ray-grass d'Italie ; encore cette dose doit-elle être épandue superficiellement et non diluée dans toute l'épaisseur du labour. Notre épandage sous forme dissoute est une méthode de «localisation» superficielle qui permet un enrichissement non négligeable, mais encore insuffisant, pour une fléole exploitée en système fauche.

La compétition certaine qui existe entre la rétention du cuivre par les éléments du sol et la capacité d'absorption de ce métal par la plante ne peut pas, en sol acide, être compensée par l'utilisation de très fortes doses de cuivre : des phénomènes de toxicité sur les plantes sont signalés dans les prés-vergers traités aux anticryptogamiques (DELAS, 1961), de même que sur cultures en milieux nutritifs très riches en cuivre. Cette toxicité s'explique par une insuffisance des transferts vers les parties aériennes du cuivre absorbé par les racines où il s'accumule, **c'est donc à un obstacle physiologique, spécifique, que l'on se heurte.**

Les graminées sont plus rebelles à l'enrichissement que les autres plantes. Certaines sont beaucoup plus «souples» et peuvent, tel le pissenlit, atteindre des teneurs supérieures au seuil de toxicité pour les ovins.

L'efficacité des engrais cuivriques est donc très directement liée au type de flore. On peut expliquer par là les divergences de résultats obtenus à l'étranger : les épandages de cuivre utilisés pour remédier aux carences cuivriques des élevages ovins en pâturage libre donnent des résultats variables allant de l'échec à la réussite... jusqu'à l'accident de toxicité.

Dans l'état actuel des connaissances, nous n'avons que très peu de données sur le comportement des différentes espèces prairiales.

3) **Fulvérisations foliaires**

Les pulvérisations de cuivre sur le feuillage peuvent permettre d'enrichir beaucoup plus substantiellement le fourrage que l'engrais au sol, à la condition toutefois de répéter l'intervention à chaque cycle. COPPENET (déjà cité) arrive par cette méthode à doubler les teneurs en cuivre du Ray-grass d'Italie.

Toutes conditions étant identiques, les légumineuses et les «plantes diverses» expérimentées à Theix réagissent également plus vigoureusement que les graminées : ainsi l'intervention qui a permis aux Ray-grass et fétuques en 1970 de franchir le seuil de carence animale a fait dépasser le seuil de toxicité pour ovins aux pissenlits.

Comme précédemment, la composition floristique d'une prairie a des conséquences majeures sur l'intérêt de la pulvérisation en vue de l'alimentation animale.

Comme pour d'autres éléments minéraux, le degré d'enrichissement en cuivre par une pulvérisation dépend non seulement du génotype mais aussi des stades respectifs de la plante à la pulvérisation et à la coupe, ainsi que de la vitesse de croissance. Les conditions atmosphériques au moment même de l'intervention (humidité de l'atmosphère, température, ensoleillement, pluie, etc...) sont déterminantes (TUKEY, 1961). Les doses, la forme et les concentrations employées sont également importantes, de même que la méthode elle-même de pulvérisation.

Pratiquement, et dans l'état actuel des connaissances, il ne peut pas être conseillé de pulvérisations foliaires de cuivre sur les fourrages ou pâturages destinés aux ovins. Des épandages de

cuivre au sol peuvent être envisagés, mais avec prudence, et après essai et analyses préalables des herbages intéressés.

Les bovins étant beaucoup moins sensibles, les deux techniques peuvent être utilisées, à l'exclusion toutefois de pulvérisations en périodes de croissance ralentie ; l'efficacité de cet enrichissement sera variable avec les conditions d'exploitation de l'herbe.

L'étude de la spécificité de comportement des principales espèces fourragères est à prévoir pour l'avenir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

COPPENET M. Effets des sels de cuivre et de cobalt sur l'enrichissement des plantes fourragères en ces deux oligoéléments. C.R. Ac. Agr., 1970, 923-936.

DELAS J. La toxicité du cuivre en agriculture. Bull. Ass. franç. Et. Sol, 1961, **3**, 152-165.

FLEMING G.A., MURPHY W.E. The uptake of some major and trace elements by grasses as affected by season and stage of maturity. J. brit. Grassl. Soc., 1968, **23** (2), 174-185.

LUIT B. (Van), HENKENS Ch. H. Effet du niveau du cuivre dans le sol sur la teneur en cuivre des graminées prairiales et du trèfle (Holl.). Versl. Landbouwk. Onderz., 1967, **635**, 33 p.

TUKEY H.B. Absorption of radionuclides by above ground plant parts and movement within the plant. J. Agri. Food Chem., 1961, **9** (2), 106-112 .

UNDERWOOD E.J. Trace elements in human and animal nutrition. Ac. Press, New-York, 1971, 543 pp.

WHITEHEAD D.C. Nutrient minerals in grassland herbage. Commonw. Bur. Past. Fld Crops (CAB), 1966, pp. 86.

DISTRIBUTION A DES VEAUX D'ELEVAGE DE LAIT RECONSTITUE EN 1 OU 2 FOIS PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE

A. HODEN, M. JOURNET
Avec la collaboration de B. MARQUIS
Station de Recherches sur l'Elevage des ruminants

Ω Ω Ω

Dans la méthode de sevrage précoce, notamment à 7-8 semaines proposée par C.M. MATHIEU et Erna WEGAT-LITRE (6) et (7), le lait est distribué en 2 repas par jour aux veaux d'élevage. De nombreuses expérimentations (1) à (5) et (8) à (12) ont montré que la distribution du lait (à des concentrations variant de 200 à 250 g par kg) en une seule fois par jour modifiait peu la croissance des veaux. Mais il s'agissait le plus souvent d'un sevrage très précoce à 4-5 semaines d'âge et les quantités de lait offertes étaient faibles (20 à 25 kg d'aliment d'allaitement soit 90 à 100 kg de lait reconstitué).

Nous avons voulu voir si dans les conditions d'un sevrage au cours du 3ème mois d'âge, avec 50 kg environ d'aliment d'allaitement, il était possible de distribuer le lait en une seule fois par jour au lieu de 2.

I - MATERIEL ET METHODES

Effectif - Habitat

Durant l'hiver 70-71, 15 veaux mâles et 33 femelles, Frisons (FF), Holstein (HH) ou croisés (FF × HH), issus du troupeau de vaches laitières ont été utilisés pour cette expérimentation. La répartition des veaux entre le lot à 1 distribution de lait par jour (lot I) et le lot à 2 distributions (lot II) s'est faite au fur et à mesure des naissances en tenant compte du sexe, de façon à avoir des veaux de même âge et le même nombre de veaux mâles et femelles dans chaque lot. Les veaux sont logés dans des cases paillées sous un hangar fermé de trois côtés et ils disposent d'un abri fait de balles de paille. Ils ont continuellement accès à une petite parcelle de terrain devant le côté ouvert du hangar, exposé sud-est.

Vêlage et conduite des veaux à la naissance

Les vaches sont en stabulation entravée mais vêlent à l'extérieur dans une case attenante à l'étable. A la naissance, le veaux reste avec sa mère jusqu'à la traite qui suit le vêlage, soit environ pendant 2 à 8 heures. Avant de séparer le veau de sa mère on s'assure qu'il a fait au moins 2 tétées, l'une le plus tôt possible après la naissance, l'autre 3 à 4 heures après. Le veau est ensuite conduit dans une case individuelle faite de balles de paille, avant d'être mis en case collective (10 veaux par case au maximum) à l'âge moyen de 6 jours environ.

Alimentation

Tous les veaux reçoivent en 2 repas par jour du colostrum jusqu'à l'âge de 3 jours (naissance = jour 1), puis un aliment reconstitué du commerce « veaux de boucherie » supplémenté avec antibiotiques pendant les 2 jours suivants.

Au 6ème jour d'âge, les veaux continuent à recevoir le même aliment reconstitué mais en 1 repas ou 2 repas par jour suivant les lots jusqu'à la fin de la 8ème semaine d'âge où ils sont sevrés. Le régime utilisé doit permettre un niveau de croissance assez élevé (supérieur à 700 g/j). La concentration du lait reconstitué distribué au lot à 1 repas a varié de 205 à 250 g par kg selon l'âge des veaux et a été déterminée de façon à ne pas distribuer plus de 5 kg de lait par jour (tableau I). Les distributions de lait ont eu lieu à 7 h 30 pour le lot I et à 7 h 30 et 17 h. pour le lot II. Le lait est distribué individuellement au seau , des cornadis permettant le blocage des animaux. Par ailleurs, l'ensemble des veaux de chaque lot a à sa disposition *(ad libitum)* du foin de luzerne (jusqu'au 13/12/70) et ensuite de l'ensilage de céréales (blé + avoine) immatures récoltées plante entière au stade pâteux vitreux du grain, disposés dans un ratelier ou une auge. Par ailleurs, de l'aliment concentré * (0,95 U.F. - 150 g M.A.T./kg) contenant des minéraux et des vitamines est offert à volonté, jusqu'à un maximum de 2 kg par jour et par animal pour la moyenne du lot. De l'eau propre est de plus à la disposition des animaux.

Après le sevrage, les veaux ont continué à recevoir de l'ensilage de céréales immatures (*ad libitum)* et 2 kg de l'aliment concentré précédent. A 4 mois d'âge, les mâles sont regroupés ensemble dans un lot et les femelles dans un autre lot. Ils reçoivent alors le même régime qu'après leur sevrage mais les compositions ** de l'aliment concentré (1 U.F. - 170 g M.A.T./kg - 2 kg/j) et du composé minéral (80 g environ par jour et par animal) soupoudré sur l'aliment concentré, sont différentes.

II - RESULTATS

Exploitation des données

Au total, 26 veaux (8 mâles et 18 femelles) ont été soumis au régime à 1 repas (lot 8) et 22 veaux (7 mâles et 15 femelles) au régime à 2 repas (lot II) par jour. Selon les dates de naissance, nous distinguerons 3 séries de veaux :

a) une première série (S_1) de 20 veaux (nés en Octobre) répartis en 2 lots de 10 veaux chacun contrôlés durant leurs 27 premières semaines d'âge,

b) une deuxième série (S_2) de 16 veaux (nés en Nov.-Déc.) répartis en 2 lots de 8 veaux chacun contrôlés durant les 16 premières semaines d'âge,

c) une troisième série (S_3) de 12 veaux (nés de Janvier à Mai) répartis en 2 lots de 8 et 4 veaux respectivement pour les régimes à 1 et 2 repas par jour. Les données obtenues sur ces veaux ne portent que jusqu'au sevrage.

Composition (%) de l'aliment concentré et du composé minéral :

* *Jusqu'à 4 mois d'âge*

Orge	30	*Phosphate bicalcique*	70
Blé	20	*Sel*	22
Maïs	25	*Magnésie*	7
Tourteau de tournesol	21	*Sulfate de fer*	0,3
Composé minéral vitaminisé	4	*Sulfate de cuivre*	0,03
		Vitamine A	12 000 U.I./kg d'aliment
		Vitamine D_2	4 000 U.I./kg d'aliment

** *Après 4 mois d'âge*

Orge	15	*Phosphate bicalcique*	48
Avoine	10	*Sel*	23
Blé	20	*Carbonate de calcium*	12
Maïs	30	*Sulfates (Mg, Zn, Mn, Cu, Co)*	17
T. arachide	12,5		
T. colza toasté	10		
Carbonate de chaux	2		
Sel	0,5		

TABLEAU I

SCHEMA DE DISTRIBUTION DU LAIT JUSQU'AU SEVRAGE

Lot I : 1 repas par jour - Lot II : 2 repas par jour

AGE		LAIT RECONSTITUE kg/jour		ALIMENT D'ALLAITEMENT g/kg lait reconstitué	
Jours (1)	Semaines	Lot I	Lot II	Lot I	Lot II
1 à 3 (2)		-	-	-	-
4 à 5		6,0 (3)	6,0	120	120
6 à 10		3,5	6,0	205	120
11 à 14		4,0	6,0	205	140
	3	4,5	6,5	205	140
	4	5,0	7,5	205	140
	5	4,5	8,0	250	140
	6	4,5	8,0	250	140
	7	3,5	6,0	250	140
	8	2,0	4,0	250	140

(1) Le jour de la naissance est considéré comme étant le jour 1.

(2) Durant ces 3 jours, les veaux reçoivent du colostrum.

(3) En 2 repas par jour.

Les caractéristiques de ces animaux sont rassemblées dans le tableau II. La répartition des veaux dans les lots à 1 et à 2 repas par jour selon la race et le sexe peut être considérée comme identique. En revanche, selon leur poids à la naissance, les veaux sont d'une manière générale plus lourds mais non significativement pour le lot à 2 repas (respectivement + 2,3, 1,5 et 0,7 kg pour S_1 , $S_1 + S_2$ et l'ensemble des veaux par rapport au lot à 1 repas).

Les résultats se rapportant aux quantités ingérées de fourrages et d'aliment concentré durant la période lactée ne portent que sur les 2 premières séries , les animaux de la S_3 étant d'un âge beaucoup trop variable (écart type de $\pm$ 47 et 28 jours d'âge respectivement pour les lots à 1 et à 2 repas par jour). Pour la période après le sevrage les résultats de croissance et de quantités ingérées seront donnés, d'une part sur les séries S_1 et S_2 durant les 16 premières semaines d'âge et, d'autre part, sur la série S_1 seule durant les 27 premières semaines d'âge

Les croissances ont été calculées par régression en distinguant, d'une part, la phase lactée et, d'autre part, la période après le sevrage. L'interprétation statistique des résultats a été faite par analyse de variance.

La période lactée (tableau II et graphique I)

Les 26 veaux du régime I (1 repas) et les 22 veaux du régime II (2 repas) ont été sevrés en moyenne à l'âge de 60 jours et ont gagné respectivement durant cette période 702 g $\pm$ 155 et 728 g $\pm$ 104 par jour. Ces différences de gains de poids vifs ne sont pas significatives mais la variabilité est beaucoup plus élevée pour les veaux du lot I (coefficient de variation de 22,1 % et de 14,3 % respectivement pour les veaux des lots I et II). Cependant, si dans le lot I on excepte les 2 veaux qui ont propablement souffert du froid intense (jusqu'à -27 °C) de la fin de l'année (voir graphique II), le gain de poids vif des 24 autres est alors de 735 g $\pm$ 105, soit une croissance journalière et une variabilité identiques à celles du lot II.

TABLEAU II

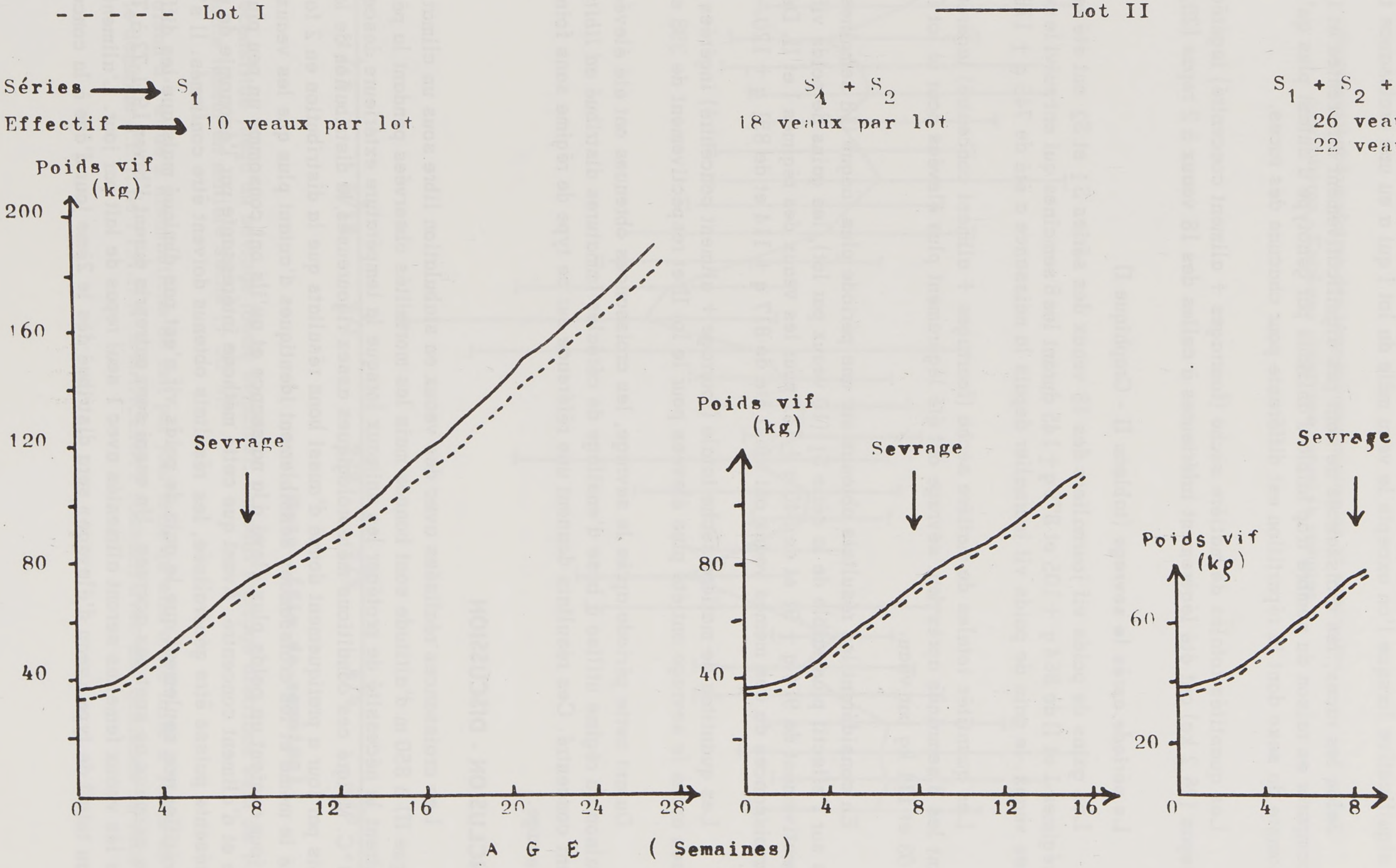
CARACTERISTIQUES DES VEAUX UTILISES ET PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS

PERIODE	De la naissance au sevrage (60 jours)		Du sevrage à 4 mois d'âge (116 jours)		Du sevrage à 6 mois d'âge (186 jours)	
Nombre de repas de lait par jour	1	2	1	2	1	2
Séries	$S_1 + S_2 + S_3$	$S_1 + S_2 + S_3$	$S_1 + S_2$	$S_1 + S_2$	S_1	S_1
Effectif	26	22	18	18	10	10
Répartition selon :						
- sexe : - mâles	8	7	7	6	6	6
- femelles	18	15	11	12	4	4
- Races :- FFPN (FF)	12	8	9	8	5	5
- Holstein (HH)	3	4	2	2	1	2
- FF × HH	7	8	4	7	2	3
- autres	4	2	3	1	2	0
Poids naissance (kg) $\bar{x} \pm \sigma$	33,8 ± 5,4	34,5 ± 6,0	32,6 ± 4,3	34,1 ± 5,0	32,3 ± 4,4	34,6 ± 5,6
Poids fin période (kg) (régression) $\bar{x} \pm \sigma$	72,4 ± 10,5	74,2 ± 9,9	115,9 ± 13,6	120,5 ± 14,0	181,8 ± 21,9	189,6 ± 26,0
Gain de poids vif (g/j) (régression) $\bar{x} \pm \sigma$	702 ± 156	728 ± 104	864 ± 105	878 ± 145	914 ± 91	940 ± 141
Quantités ingérées total						
- Alt allaitement (kg)	50,0	50,7	-	-	-	-
- Alt conc. (kg M.S.)	21,7 (1)	24,4 (1)	75	76	220	225
- Fourrages (kg M.S.)	4,5 (1)	5,2 (1)	28	35	178	191

(1) résultats sur les 18 veaux des séries $S_1 + S_2$

FIGURE I

DISTRIBUTION A DES VEAUX D'ELEVAGE DE LAIT RECONSTITUE EN 1 FOIS (lot I)
OU 2 FOIS (lot II) PAR JOUR DE LA NAISSANCE AU SEVRAGE : INFLUENCE SUR LA CROISSANCE



Selon le sexe, les 8 veaux mâles du régime à 1 repas ont eu une croissance journalière de 736 g ± 216 contre 687 g ± 124 pour les 18 femelles. Dans le lot II, les 7 mâles ont eu un gain de poids vif de 799 g ± 111 et les 15 femelles de 697 g ± 86. Seules les différences de croissance entre mâles des lots I et II et entre mâles et femelles du lot II sont significatives ($P < 0,05$) ; la différence entre mâles n'est plus significative lorsque l'on excepte le veau mâle du lot I qui a eu une croissance très faible.

Selon les races, les croissances ne sont pas significativement différentes et il est difficile de les comparer en raison du nombre trop faible d'animaux par génotype d'autant plus qu'il y a lieu de tenir compte du sexe dont la répartition est différente pour chacune des races.

Les quantités totales de matière sèche (fourrages + aliment concentré) ingérées par les 18 veaux à 1 repas (26,2 kg) ont été légèrement inférieures à celles des 18 veaux à 2 repas (29,6 kg).

La période après le sevrage (tableau II - Graphique I)

Les gains de poids vif journaliers des 18 veaux des séries S_1 et S_2 ont été respectivement pour les régimes I et II de 864 g ± 105 et 878 g ± 145 durant les 8 semaines qui ont suivi le sevrage. Pour ces mêmes veaux, le gain de poids vif journalier depuis la naissance a été de 745 g ± 116 et de 780 g ± 92.

Les quantités totales de matière sèche (fourrages + aliment concentré) ingérées par ces veaux durant les 8 semaines après leur sevrage ont été légèrement plus élevées pour le lot II et respectivement de 103 et 111 kg par veau.

En considérant les résultats obtenus sur une période plus longue (18 semaines après le sevrage) mais sur l'effectif plus faible de la série S_1 (10 veaux par lot), les gains de poids vif journaliers ont été respectivement de 914 g ± 91 et de 940 g ± 141 pour les veaux des régimes I et II. Depuis leur naissance, les croissances de ces mêmes veaux ont ainsi été de 817 g ± 114 et de 851 g ± 120.

Les quantités de matière sèche totale (fourrage + aliment concentré) ingérées durant les 18 semaines après le sevrage ont été plus élevées pour le lot II et respectivement de 398 et 416 kg.

Durant cette période après le sevrage, les croissances obtenues ont été élevées (800 et 900 g/j) en raison du régime utilisé à base d'ensilage de céréales immatures distribué *ad libitum* avec 2 kg d'aliment concentré. Ces résultats donnent une référence sur ce type de régime sans foin pour des veaux d'élevage.

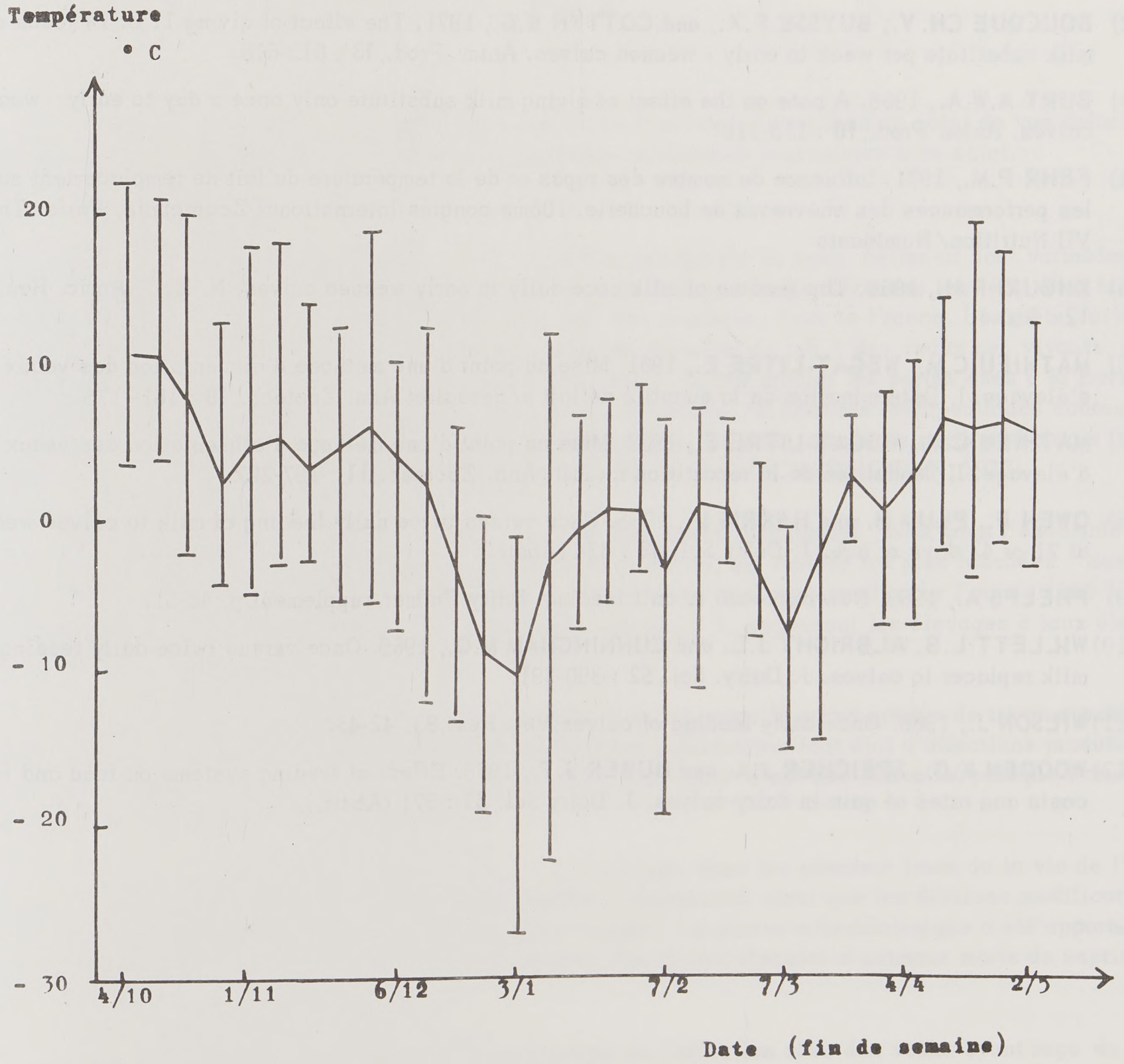
CONCLUSION - DISCUSSION

Les croissances réalisées avec des veaux en stabulation libre sous un climat rude (voir graphique II) à 850 m d'altitude sont bonnes mais les mortalités observées pendant la période la plus froide montrent la nécessité de protéger les animaux lorsque la température extérieure descend au-dessous de - 10 °C. Malgré ces conditions météorologiques assez rigoureuses, la distribution de lait reconstitué en 1 fois par jour a pratiquement donné d'aussi bons résultats que la distribution en 2 fois. L'état sanitaire a été le même et les croissances sensiblement identiques d'autant plus que les veaux ayant reçu 2 repas par jour avaient un poids plus élevé à la naissance et qu'ils ont consommé un peu plus de lait, de fourrage et d'aliment concentré. Avant que cette méthode intéressante par l'économie de main d'œuvre qu'elle représente puisse être généralisée, les résultats obtenus doivent être confirmés. Il s'agit en particulier de vérifier non seulement que le gain de poids vif n'est pas diminué mais que les différences de poids entre animaux ne sont pas accrues. Un essai sera entrepris durant l'hiver 1971-72 à THEIX durant lequel tous les veaux femelles seront alimentés avec 1 seul repas de lait par jour. L'aliment d'allaitement (40 kg au total) de type « veau d'élevage » sera distribué dès le 2ème jour d'âge à la concentration unique de

FIGURE II

EVOLUTION DES TEMPERATURES AU COURS DE L'HIVER 1970-1971

Moyennes hebdomadaires des températures minimales et maximales journalières - Extrêmes observées durant la semaine



220 g/kg de lait reconstitué jusqu'au sevrage (8ème semaine). Le seul fourrage distribué sera de l'ensilage de maïs à haute teneur en matière sèche (> 35 %).

La comparaison d'1 et de 2 distributions de lait par jour telle qu'elle a été faite à Theix en 1970 sera reprise dans le domaine S.E.I. de l'I.N.R.A. à MARCENAT (Cantal) avec des génisses de race FFPN ou Montbéliarde.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) **ACKERMAN R.A., THOMAS R.O., THAYNE W.V., BUTCHER D.F.,** 1969. Effects of once - a - day feeding of milk replacer on body weight gain of dairy calves. J. Dairy Sci., **52** : 1869-1872.

(2) **BOUCQUE CH. V., BUYSSE F.X., and COTTYN B.G.,** 1971. The effect of giving 11 or 14 feeds of milk substitute per week to early - weaned calves. Anim. Prod., **13** : 613-618.

(3) **BURT A.W.A.,** 1968. A note on the effect of giving milk substitute only once a day to early - weaned calves. Anim. Prod., **10** : 113-116.

(4) **FEHR P.M.,** 1971. Influence du nombre des repas et de la température du lait de remplacement sur les performances des chevreaux de boucherie. 10ème congrès International Zootechnie, Paris. Thème VII Nutrition/ Ruminants.

(5) **KHOURI R.H.,** 1969. The feeding of milk once daily to early weaned calves. N. Z. J. Agric. Res., **12** : 650-4.

(6) **MATHIEU C.M., WEGAT-LITRE E.,** 1961. Mise au point d'une méthode d'alimentation des veaux d'élevage. I. Détermination de la quantité de lait nécessaire. Ann. Zootech., **10** : 161- 175.

(7) **MATHIEU C.M., WEGAT-LITRE E.,** 1962. Mise au point d'une méthode d'alimentation des veaux d'élevage. II. Modalités de la répartition du lait. Ann. Zootech., **11** : 197-207.

(8) **OWEN F., PLUM M. and HARRIS L.,** 1965. Once versus twice daily feeding of milk to calves weaned at 21 or 42 days of age. J. Dairy Sci., **48** : 824 (Abstr.).

(9) **PHELPS A.,** 1969. New approach to calf feeding. Dairy Farmer supplement, p. 48-51.

(10) **WILLETT L.B. ALBRIGHT J.L. and CUNNINGHAM M.O.,** 1969. Once versus twice daily feeding of milk replacer to calves. J. Dairy. Sci., **52** : 390-391.

(11) **WILSON J.,** 1968. Once daily feeding of calves.Vet. Res., 83, 42-43.

(12) **WOODEN K.G., SPEICHER J.A. and HUBER J.T.,** 1968. Effect of feeding systems on feed and labor costs and rates of gain in dairy calves. J. Dairy Sci., **51** : 971 (Abstr.).

QUELQUES ASPECTS DE LA PATHOLOGIE NEONATALE DU VEAU

MICHEL M.C. - DARDILLAT Jacqueline

Station de Physiopathologie de la Nutrition CRZV - Theix

Ω Ω Ω

La pathologie néonatale du veau est un problème important, aussi bien du point de vue théorique que sur le plan financier, ce qui justifie les nombreuses recherches poursuivies à ce sujet.

Pertes économiques

En ce qui concerne les pertes dues à la mortalité postnatale du veau, celles-ci sont variables suivant les années, la saison et les exploitations. Des statistiques anglo-saxonnes font état d'un taux de 14 %, les plus grosses exploitations paraissant les plus touchées. Pour la France, l'enquête bovine I.N.S.E. (citée par BROCHART, 1970) indique un taux de mortalité de 5,6 % des veaux nés vivants, ce qui entraîne une perte économique de 500 millions de francs. Il faut ajouter les pertes dues à la morti-natalité, le coût de la morbidité postnatale (retards de croissance, traitements thérapeutiques coûteux, mauvaise utilisation des aliments) est plus difficile à chiffrer. Le coût cumulé de cette pathologie (non compris la morti-natalité) serait de l'ordre de 730 millions de francs (CHATAIGNIER, 1970).

Les variations annuelles des taux de mortalité sont assez importantes mais, dans l'ensemble, ce sont généralement les mêmes exploitations, d'année en année, qui restent les plus touchées ; des statistiques de la Maison d'Elevage de la Meuse font état, dans ce département, pour l'année 1969-70, d'un taux moyen de 17 %. En 1970-71, ce taux n'était que de 10 %, cependant les élevages à taux élevé sont restés les mêmes dans les deux cas.

Les causes de cette pathologie sont multiples à en juger par le grand nombre de travaux publiés à ce sujet. Cependant un nombre relativement important de publications font état d'affections produites par des sérotypes pathogènes *d'Escherichia coli*. Cette hypothèse n'est pas nouvelle, puisque l'œuvre de T. SMITH (1934) est consacrée à ce sujet.

La colibacillose du veau, sous sa forme septicémique, dans les premiers jours de la vie de l'animal, ou sa forme diarrhéique, est assez bien connue cliniquement, ainsi que les diverses modifications biochimiques du métabolisme qu'elle entraîne chez l'animal. La preuve microbiologique a été apportée par l'isolement de divers sérotypes *d'Escherichia coli* des divers viscères d'animaux morts de septicémie.

Malheureusement la reproduction expérimentale de l'affection chez des veaux ayant reçu du colostrum à la naissance se révèle pratiquement impossible. La fréquence des diarrhées «induites» diffère peu de celle des affections spontanées.

D'autres germes ont été mis en cause, tels que des salmonelles, des virus (ALMSTUTZ, 1965). Les conditions d'élevage (environnement, nourriture des animaux) pourraient jouer un rôle. Les mêmes germes pathogènes, isolés dans deux élevages différents, sont associés à la mortalité dans l'un d'eux et non dans l'autre (ALMSTUTZ, 1965).

On peut enfin constater que malgré l'utilisation des antibiotiques à des buts thérapeutiques chez le veau, la vaccination des mères, le taux de mortalité postnatale du veau n'a pas varié de manière appréciable au cours de ces dernières années.

Ces diverses constatations nous ont amené, en même temps que d'autres expérimentateurs tels que PAYNE, STAPLES, à étudier la biochimie du veau et celle de sa mère. Il n'est pas fait d'hypothèse a priori, concernant un agent pathologique quelconque, et il s'agit d'établir les interrelations entre les paramètres mesurés au cours de la vie postnatale du veau et l'ensemble des conditions qui peuvent agir sur sa résistance à la maladie (nutrition de la mère et du veau, leur état pathologique éventuel, l'environnement microbien, les conditions d'élevage, etc...).

Profils biochimiques chez le veau sain et diarrhéique. Corrélation avec le métabolisme digestif

Un profil biochimique est le résultat d'une série de mesures quantitatives de diverses substances se trouvant dans le sang, les contenus intestinaux, les fèces, etc.... Par exemple, les substances qui composent le sang (protéines, glucose, urée, enzymes diverses, etc...) se trouvent à un taux constant caractéristique de l' espèce animale et, pour un animal déterminé, de son âge et de son état pathologique. Par rapport aux résultats moyens trouvés chez l'animal sain, les déviations rencontrées dans les cas pathologiques sont le reflet, plus ou moins spécifique, des troubles métaboliques qui se rattachent aux symptômes observés.

La réalisation des profils biochimiques suppose d'abord la mise au point de méthodes d'analyse reproductibles et précises. La réalisation de l'analyse est effectuée par des analyseurs automatiques, type Technicon, afin de pouvoir étudier un nombre suffisant d'interactions. En effet, si l'étiologie de l'affection est mal connue, on sera amené à effectuer un nombre important de déterminations sur le même sujet, comme cela se pratique en clinique humaine. Ce n'est que lorsque des corrélations significatives et reproductibles, sur un grand nombre d'animaux, auront pu être établies que la cause des troubles constatés pourra être recherchée.

Evaluation des profils biochimiques du veau de la naissance à l'âge adulte

Le tableau I indique les résultats d'une série de mesures effectuées sur des animaux à la naissance, avant l'ingestion du colostrum, puis à 7 jours, et enfin sur des vaches adultes. Il s'agissait d'animaux élevés dans la même étable, les veaux restant à proximité des mères.

L'évolution de la concentration des diverses substances analysées s'effectue de la manière suivante, chez les animaux sains :

a) **La glycémie** du veau, avant l'ingestion du colostrum, est un peu plus élevée que celle de la mère (81,6 contre 63,8 mg pour 100 ml de plasma). Elle augmente quelques heures après l'ingestion du colostrum pour atteindre une valeur moyenne de 110 mg pour 100 ml, que l'animal conservera pendant le stade monogastrique. STAPLES (1970) indique exactement la même valeur pour des veaux âgés de 14 jours.

b) En ce qui concerne **l'urémie** du veau, celle-ci est régulée dès la naissance à un taux identique à celui de la mère. Ce taux n'évolue pratiquement pas, sauf dans le cas où la ration est déséquilibrée en azote.

c) le taux du **phosphore minéral** est plus élevé à la naissance que celui de la vache, et son évolution sera fonction des apports alimentaires.

TABLEAU I

TENEUR DU PLASMA SANGUIN CHEZ LES BOVINS

Substances analysées	Veaux à la naissance	Veaux à 7 jours	Vaches
GLUCOSE mg/100 ml	n = 20 81,66 ± 37,9 ± 45,1 %	n = 25 109,82 ± 17,93 ± 16,4 %	n = 34 63,85 ± 4,77 ± 7,5 %
UREE mg/100 ml	n = 26 20,59 ± 6,68 ± 32,8 %	n = 25 18,78 ± 5,92 ± 31,5 %	n = 34 20,84 ± 8,71 ± 42 %
P MINERAL mg/100 ml	n = 26 7,42 ± 1,57 ± 21,2 %	n = 25 7,40 ± 1,2 ± 18,3 %	n = 34 5,32 ± 0,21 ± 3,95 %
ALBUMINES g/100 ml	n = 20 2,50 ± 0,45 ± 18 %	n = 25 3,03 ± 0,52 ± 17,1 %	n = 34 3,38 ± 0,106 ± 3,15 %
PROTEINES g/100 ml	n = 25 5,03 ± 0,90 ± 17,9 %	n = 25 7,05 ± 0,91 ± 12,8 %	n = 34 8,1 ± 0,18 ± 2,21 %
ALB./PROT.	50,45 %	42,29 %	41,6 %
AZOTE & aminé mg/100 ml	n = 25 6,4 ± 12	n = 20 6,39 ± 10	n = 20 2,86 ± 4,9

d'après MICHEL (1972)

d) L'évolution du taux des **protéines** plasmatiques dépend d'un grand nombre de facteurs (vie foetale, contamination microbienne à la naissance, ingestion du colostrum, nature de l'environnement microbien pendant le premier mois). Si l'on considère des veaux sains, élevés près des mères, on observe dès l'ingestion du colostrum un accroissement du taux des protéines totales dû à l'absorption des immunoglubulines du colostrum. Ceci fait passer en moins de trois jours le rapport albumine sur protéines totales du plasma de 50 - 53 % à 30-41 %, valeur identique à celle de l'adulte. On observe ensuite une synthèse nette de l'ensemble des protéines plasmatiques, d'où une élèvation régulière qui permet à l'animal, vers l'âge d'un mois, d'atteindre des valeurs proches de celles de l'adulte. L'ensemble des résultats obtenus est en accord avec ceux de DALTON (1967). Il a été établi (STAPLES, 1970 ; MICHEL, 1971) que la vitesse de croissance des animaux est en corrélation positive et significative avec le taux des protéines plasmatiques à 7 jours.

Variations pathologiques

Par rapport à l'évolution des profils relevés chez les animaux sains, les modifications suivantes ont été observées chez les veaux atteints de diarrhées de gravité diverse.

L'animal paraissant normal, on observe une hyperglycémie, laquelle peut atteindre 250 mg pour 100 ml de plasma. Après cette période, d'une durée de deux à trois jours, tous les animaux observés (22) ont été atteints de diarrhée. Dans 18 cas sur 22, la diarrhée a régressé, de 2 à 8 jours après son

début. Au cours de cette dernière, les paramètres sanguins (glycémie, phosphatémie, protéines plasmatiques) n'ont pas varié de manière significative. Seule l'urémie est parfois augmentée. Dans les cas de diarrhées graves suivies de la mort de l'animal, on observe une augmentation considérable de l'urémie, laquelle peut passer de 20 à 300 mg/100 ml du plasma. Le taux de phosphore minéral évolue parallèlement. Il s'établit un important catabolisme protéique à en juger à la fois par la perte de poids, l'excrétion fécale accrue de substances azotées, l'élévation de l'urémie et enfin une baisse du taux des protéines plasmatiques, malgré la diminution de l'eau extracellulaire. L'évolution des protéines plasmatiques chez des animaux atteints de diarrhée est reportée dans la figure I.

Interprétation de ces premiers résultats

La cause des désordres métaboliques constatés au cours de la diarrhée n'est pas encore parfaitement connue. Si l'on considère l'hyperglycémie qui parait toujours précéder la diarrhée, la durée de cette hyperglycémie (1 à 3 jours) exclut, en tant qu'agent causal, des stress de faible durée, mais n'est pas incompatible avec un choc produit par des toxines microbiennes, dont la production peut s'étaler sur une plus longue durée.

Par ailleurs, on peut s'interroger sur la raison pour laquelle certains animaux, élevés en présence d'animaux malades, restent sains et donc ne présentent pas d'anomalies métaboliques produites par une infection. On peut trouver un élément de réponse à cette question dans diverses observations qui établissent un rapport entre la colisepticémie, la diarrhée et un déficit en immunoglobulines plasmatiques chez le veau. FEY (1971) indique que plus de 90 % des veaux atteints de cette affection sont déficients en immunoglobulines, malgré l'ingestion du colostrum. D'autres observations confirment ces résultats (PENHALE et al., 1970). Les causes de cette agammaglobulinémie chez le veau sont encore mal connues. Elles pourraient être en partie d'origine maternelle et porteraient sur un défaut d'absorption par le veau des immunoglobulines du colostrum. En effet, bien que le taux des immunoglobulines du colostrum soit assez variable (KRUSE, 1970, a), celui-ci parait toujours suffisant pour assurer au veau un taux convenable d'immunoglobulines. On observe peu de variations saisonnières dans la concentration des immunoglobulines du colostrum (KRUSE, 1970 b). Les globulines d'un même lot de colostrum de mélange, distribué à un groupe important de veaux, sont absorbées de manière très uniforme par tous les animaux (SELMAN et al., 1971).

Cependant, il existe chez le veau des variations saisonnières importantes quant au taux des immunoglobulines (Mac EWAN et al., 1970) ; le taux minimum, observé en février-mars, coïncide avec le taux de mortalité le plus élevé. La présence, en quantité variable, de substances de nature non encore entièrement précisée, et qui sont un facteur nécessaire à l'absorption des immunoglobulines, pourrait expliquer ces différences (HARDY, 1969).

Sur le rôle de la vitamine A

On peut s'interroger sur les causes de la perturbation de l'absorption des immunoglobulines chez le veau, puis de la synthèse protéique globale, lesquelles prédisposent l'animal à l'infection. Celles-ci sont certainement multiples, mais une série de travaux récents permettent de mieux définir le rôle de la vitamine A, en relation avec les autres facteurs nutritionnels connus.

On sait que cette dernière joue un rôle dans la synthèse protéique et, particulièrement, dans celle de cellules à développement rapide, telles que les cellules à mucus de l'épithélium intestinal (HAYES, K.C., 1971).

Ces cellules exercent un double effet : d'une part elles jouent un rôle protecteur vis à vis des microbes présents dans la lumière intestinale, d'autre part, par leur «turnover» rapide, elles participent

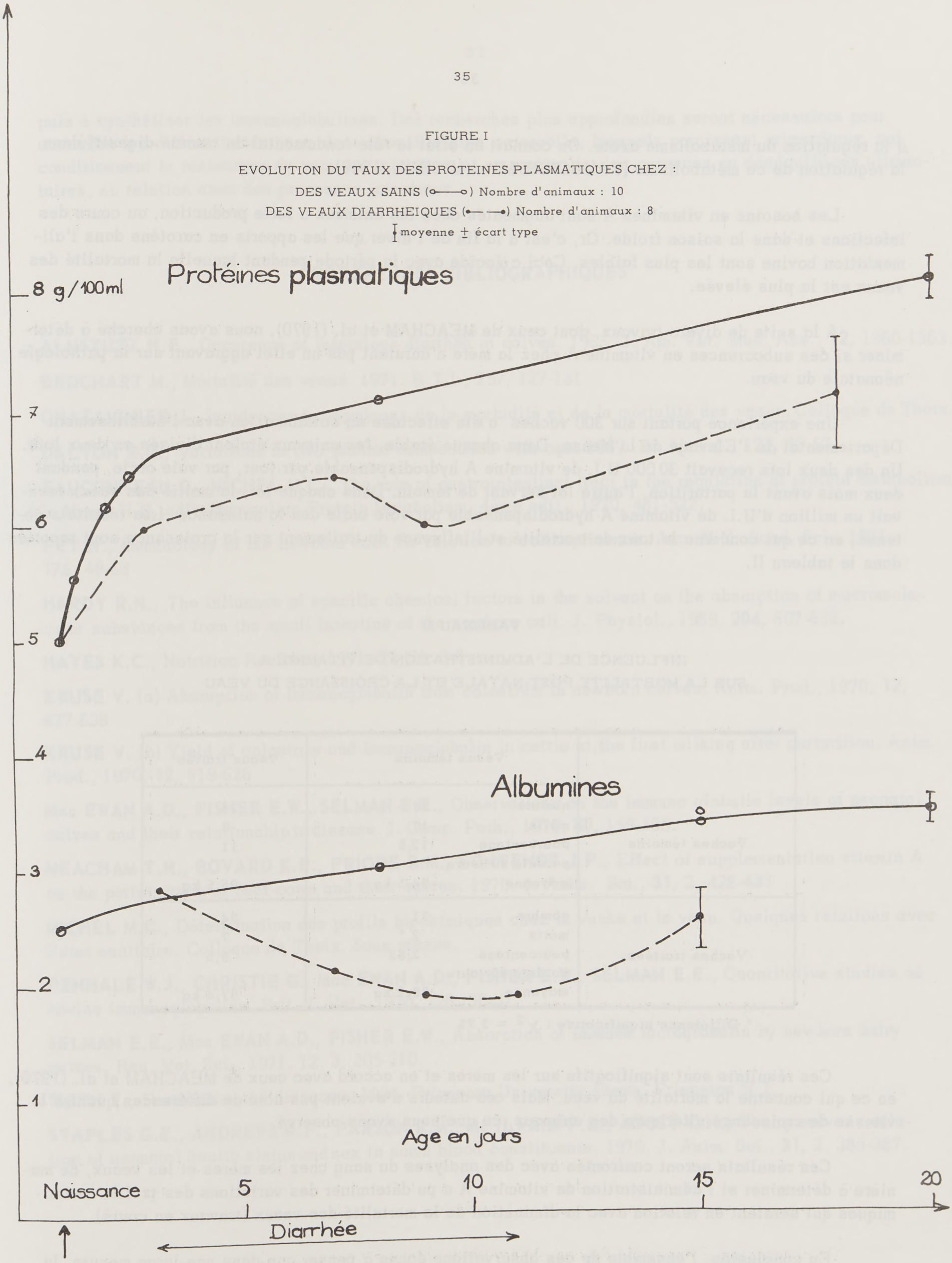
FIGURE I

EVOLUTION DU TAUX DES PROTEINES PLASMATIQUES CHEZ :

DES VEAUX SAINS (o——o) Nombre d'animaux : 10

DES VEAUX DIARRHEIQUES (•— —•) Nombre d'animaux : 8

I moyenne ± écart type



à la régulation du métabolisme azoté. On connait en effet le rôle fondamental du tractus digestif dans la régulation de ce métabolisme (FAUCONNEAU et MICHEL, 1969).

Les besoins en vitamines A sont augmentés chez les animaux à forte production, au cours des infections et dans la saison froide. Or, c'est à la fin de l'hiver que les apports en carotène dans l'alimentation bovine sont les plus faibles. Ceci coïncide avec la période pendant laquelle la mortalité des veaux est la plus élevée.

A la suite de divers travaux, dont ceux de MEACHAM et al. (1970), nous avons cherché à déterminer si des subcarences en vitamine A chez la mère n'auraient pas un effet aggravant sur la pathologie néonatale du veau.

Une expérience portant sur 300 vaches a été effectuée en collaboration avec l'établissement Départemental de l'Elevage de la Meuse. Dans chaque étable, les animaux étaient divisés en deux lots. Un des deux lots recevait 30 000 U.I. de vitamine A hydrodispensable par jour, par voie orale, pendant deux mois avant la parturition, l'autre lot servant de témoin. Dans chaque lot, la moitié des veaux recevait un million d'U.I. de vitamine A hydrodispensable par voie orale dès la naissance. Les résultats obtenus, en ce qui concerne le taux de mortalité et l'influence du traitement sur la croissance, sont reportés dans le tableau II.

TABLEAU II

INFLUENCE DE L'ADMINISTRATION DE VITAMINE A
SUR LA MORTALITE POST-NATALE ET LA CROISSANCE DU VEAU

	Veaux témoins		Veaux traités
Vaches témoins	nombre	78	73
	morts	10	8
	pourcentage	12,8	11
	poids à 90 jours moyenne	94,5 kg	95,5 kg
Vaches traitées	nombre	71	74
	morts	2 *	7
	pourcentage	2,82	9,5
	poids à 90 jours moyenne	98,2 kg	97,4 kg

* Différence significative : $\chi^2 = 3,75$

Ces résultats sont significatifs sur les mères et en accord avec ceux de MEACHAM et al. (1970), en ce qui concerne la mortalité du veau. Mais ces auteurs n'avaient pas noté de différences quant à la vitesse de croissance ultérieure des animaux, ce que nous avons observé.

Ces résultats seront confrontés avec des analyses du sang chez les mères et les veaux, de manière à déterminer si l'administration de vitamine A a pu déterminer des variations des profils biochimiques qui seraient en relation avec la diminution de la mortalité des veaux (travaux en cours).

En conclusion, l'ensemble de ces observations donne à penser que dans une large mesure, la résistance du veau à l'infection, donc son espérance de vie, sera fonction de sa capacité à absorber,

puis à synthétiser les immunoglobulines. Des recherches plus approfondies seront nécessaires pour connaître les différents facteurs, dont ceux d'origine maternelle, lesquels paraissent primordiaux, qui conditionnent la résistance du veau à l'infection, et en particulier les carences ou déséquilibres alimentaires, en relation avec des processus infectieux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALMSTUTZ H.E., Occurence of infectious diarrhea of calves. 1965. J. Am. Vet. Med. Ass., **12,** 1360-1363.

BROCHART M., Mortalité des veaux. 1971. B.T.I., 257, 127-131

CHATAIGNIER J., Incidences économiques de la morbidité et de la mortalité des veaux. Colloque de Theix.

DALTON R.G., Variations in calf plasma composition with age. 1967. Br. Vet. J., **123,** 48-52

FAUCONNEAU G., MICHEL M.C., The role of gastrointestinal tract in the regulation of protein metabolism. In Munro H.N. edit: Mammalian Protein Metabolism, 4ème edit., 1970, 481-522.

FEY H., Immunology of the newborn calf. Its relation to colisepticemia. Ann. N.Y. Acad. Sci., 1971, **176,** 49-63

HARDY R.N., The influence of specific chemical factors in the solvant on the absorption of macromolecular substances from the small intestine of the newborn calf. J. Physiol., 1969, **204,** 607-632.

HAYES K.C., Nutrition Reviews, 1971, **29** (1), 3-6

KRUSE V. (a) Absorption of immunoglubulin from colostrum in newborn calves. Anim. Prod., 1970, **12,** 627-638

KRUSE V. (b) Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. Anim. Prod., 1970, **12,** 619-626

Mac EWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN E.E., Observations on the immune globulin levels of neonatal calves and their relationship to disease. J. Comp. Path., 1970, **80,** 159-165.

MEACHAM T.N., BOVARD K.P., PRIODE B.M., FONTENOT J.P., Effect of supplementation vitamin A on the performance of beef-cows and their calves. 1970. J. Anim. Sci., **31,** 2, 428-433

MICHEL M.C., Détermination des profils biochimiques chez la vache et le veau. Quelques relations avec l'état sanitaire. Colloque de Theix. Sous presse.

PENHALE W.J., CHRISTIE G., Mac EWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN E.E., Quantitative studies on bovine immunoglobulins. Brit. J. Vet., 1970, 126, 30-37.

SELMAN E.E., Mac EWAN A.D., FISHER E.W., Absorption of immune lactoglobulin by newborn dairy calves. Res. Vet. Sci., 1971, 12, 3, 205-210.

SMITH T., Parasitism and diseases. 1934. Princeton University Press. Princeton N.J.

STAPLES G.E., ANDREWS M.F., PARSON R.M., Mc ILWAIN P.K., AUGST C.N., Young calves : relation of neonatal health status and sex to some blood constituants. 1970. J. Anim. Sci., **31,** 2, 383-387.

puis à synthétiser les immunoglobulines. Des recherches plus approfondies seront nécessaires pour connaître les différents facteurs, dont ceux d'origine maternelle, lesquels paraissent primordiaux, qui conditionnent la résistance du veau à l'infection, en particulier les carences ou déséquilibres alimentaires, en relation avec des processus infectieux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALMSTUTZ H.E., Occurrence of infectious diarrhea of calves. 1965. J. Am. Vet. Med. Ass., 12, 1360-1363.

BROCHART M., Mortalité des veaux. 1971. B.T.I., 252, 127-161

CHATAIGNIER J., Incidences économiques de la morbidité et de la mortalité des veaux. Colloque de Theix.

DALTON R.G., Variations in blood plasma composition with age. 1967. Br. Vet. J., 123, 48-53.

FAUCONNEAU G., MICHEL M.C., The role of gastro-intestinal tract in the regulation of protein metabolism. In Munro H.N. edit. Mammalian Protein Metabolism, 4ème edit., 1970: 481-522.

FEY H., Immunology of the newborn calf: its relation to colisepticemia. Ann. N.Y. Acad. Sci., 1971, 176, 49-63.

HARDY R.N., The influence of specific chemical factors in the solvent on the absorption of macromolecular substances from the small intestine of the newborn calf. J. Physiol., 1969, 204, 607-612.

HAYES K.C., Nutrition Reviews. 1972, 29 (4), 1-6.

KRUSE V. (a) Absorption of immunoglobulin from colostrum in newborn calves. Anim. Prod., 1970, 12, 627-638.

KRUSE V. (b) Yield of colostrum and immunoglobulin in cattle at the first milking after parturition. Anim. Prod., 1970, 12, 619-626.

Mac EWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN I.E., Observations on the immune globulin levels of neonatal calves and their relationship to disease. J. Comp. Path., 1970, 80, 259-265.

MEACHAM T.N., BOVARD K.P., PRIODE B.M., FONTENOT J.P., Effect of supplementation vitamin A on the performance of beef cows and their calves. 1970. J. Anim. Sci., 31, 2, 428-433.

MICHEL M.C., Détermination des profils biochimiques chez la vache et le veau. Quelques relations avec l'état sanitaire. Colloque de Theix. Sous presse.

PENHALE W.J., CHRISTIE G., Mac EWAN A.D., FISHER E.W., SELMAN I.E., Quantitative studies on bovine immunoglobulins. Brit. J. Vet., 1970, 126, 30-37.

SELMAN I.E., Mac EWAN A.D., FISHER E.W., Absorption of bovine immunoglobulin by newborn dairy calves. Res. Vet. Sci., 1971, 12, 3, 205-210.

SMITH T., Parasitism and disease. Princeton University Press, Princeton N.J.

STAPLES G.E., ANDREWS M.F., PARSON R.M., McILWAIN P.K., ALLGEI E.M., Young calves: evaluation of neonatal health with blood constituents. 1970. J. Anim. Sci., 31, 2, 383-387.

QUELQUES FACTEURS PREDISPOSANTS DE LA MORTALITE DES VEAUX

J. DARDILLAT et M.C. MICHEL

Ω Ω Ω

Le pourcentage de veaux nés à terme et qui meurent avant l'âge d'un mois est généralement estimé à 10 % en France. Cette mortalité se répartit à peu près équitablement entre la mortalité **périnatale** («accidents» de vêlage, mort-nés, mortalité des premières heures de la vie) et la mortalité **néonatale** dont plus de la moitié des cas sont consécutifs aux «septicémies» et diarrhées.

Habituellement, on ne reconnait pas d'étiologie spécifique aux cas de mortalité périnatale. Au contraire, dans les septicémies et diarrhées, un agent pathogène responsable est presque toujours invoqué, bien que des difficultés techniques souvent insurmontables rendent le diagnostic étiologique de routine aléatoire.

Actuellement, les «colibacilles pathogènes» sont le plus souvent incriminés, mais leur rôle étiologique exact et la fréquence réelle de leur intervention dans la mortalité néonatale des veaux font l'objet de multiples controverses, alimentées notamment par des échecs encore trop nombreux des méthodes de prophylaxie ou de thérapeutique anticolibacillaires mises en œuvre.

Il demeure donc nécessaire, conjointement aux recherches qui visent à déterminer les étiologies spécifiques des maladies du nouveau-né, d'étudier les facteurs qui contribuent à augmenter la mortalité, Ces facteurs peuvent intervenir soit après la naissance du veau, soit au cours de la période foetale.

Nous avons tenté jusqu'à maintenant d'éclaircir un peu l'importance de ces derniers en effectuant des dosages sanguins sur des gestantes et leurs veaux.

Dans un même élevage, les évolutions dans le temps des courbes de mortalité périnatale et de mortalité néonatale présentent très souvent des analogies. D'autre part, la précocité de symptômes morbides (mollesse, diarrhées que l'on observe quelquefois dès la première heure de la vie) et l'importante mortalité consécutive à ces symptômes précoces permettent de penser que certains veaux ont été soumis au cours de leur développement foetal à des conditions défavorables.

L'augmentation des taux de mortalité enregistrés lorsque les gestantes sont insuffisamment alimentées en fin de gestation vient à l'appui de cette hypothèse.

Nous avons donc essayé de rechercher, au moyen d'analyses biochimiques effectuées sur des échantillons de plasma prélevés sur des vaches en fin de gestation, s'il existait chez les mères des anomalies en relation avec les cas de mortalité néonatale.

CHOIX DES PARAMETRES

L'étude des protéines plasmatiques a été envisagée d'abord car les taux de ces composants sont susceptibles d'être modifiés par de nombreux facteurs nutritionnels ou pathologiques. En médecine humaine,

le dosage des différentes protéines plasmatiques constitue maintenant un test de routine utile à l'orientation du diagnostic et indispensable pour le pronostic d'évolution de nombreuses affections. En médecine vétérinaire, différents auteurs ont publié très récemment des résultats sur les taux des protéines plasmatiques en relation avec la croissance et la mortalité des veaux (STAPLES), en relation avec la production de la vache laitière (PAYNE) et sur des modifications des propriétés physiques de l'albumine sérique dans les cas de diarrhée du veau nouveau-né (MASEK).

C'est dans cet esprit que nous nous sommes proposés d'analyser de façon systématique sur tous les échantillons recueillis les protéines totales, l'albumine et les gamma-globulines.

PRINCIPAUX RESULTATS OBTENUS

a) **Corrélation entre les taux plasmatiques de protéines chez les mères à 8 mois de gestation et la mortalité des veaux.**

Chaque élevage étant caractérisé par la moyenne obtenue sur toutes les vaches pour le dosage d'une protéine plasmatique et le taux de mortalité totale observé dans l'élevage, nous avons obtenu pour 14 exploitations comprenant 218 mères, les relations significatives suivantes :

Pour 12 degrés de liberté	Albuminémie (moyenne d'élevage)	/ mortalité totale (dans chaque élevage)	$r = + 0,77$ $P < 0,01$
	Globulinémie (moyenne d'élevage)	/ mortalité totale (dans chaque élevage)	$r = - 0,63$ $P < 0,05$

SI l'on élimine l'influence des caractéristiques de chaque élevage sur la mortalité des veaux, en classant toutes les vaches uniquement en fonction de leur taux d'albumine plasmatique à 8 mois de gestation et en les répartissant en sept groupes d'environ 30 vaches par taux d'albumine croissant, on obtient les relations suivantes :

Pour 5 degrés de liberté	Albuminémie (moyenne d'un groupe)	/ mortalité totale (pour chaque groupe)	$r = + 0,85$ $P < 0,05$
	Albuminémie (moyenne d'un groupe)	/ mortalité néonatale (pour chaque groupe)	$r = + 0,97$ $P < 0,01$

La mise en évidence sur les mères en fin de gestation de variations de l'albuminémie étroitement liées à la mortalité des veaux démontre que des troubles infracliniques chez les mères, décelables par des dosages sanguins, ont une influence sur la viabilité des veaux.

Dans cette expérimentation, 50 % des vaches présentaient une albuminémie considérée comme normale, 30 % une albuminémie élevée et 20 % une albuminémie anormalement élevée.

b) **Modifications simultanées des différentes protéines plasmatiques (résultats d'électrophorèse).**

Nous avons voulu préciser par des électrophorèses effectuées sur des plasmas contenant des taux variables d'albumine et de protéines totales, les relations qui existent entre les principales protéines plasmatiques, dans le but de mieux définir le syndrome d'hyperalbuminémie et d'hypoglobulinémie observé sur les mères dont les veaux ont le plus de risque de mourir.

Nous avons alors observé que sur les vaches dont la protéinémie totale est la plus basse, l'albuminémie est significativement plus élevée et la gammaglobulinémie significativement plus basse que sur les vaches dont la protéinémie totale est élevée.

L'équilibre entre les différentes protéines plasmatiques se modifie lorsque la protéinémie totale varie. Cet équilibre peut être exprimé par le pourcentage d'albumine dans les protéines totales et l'on observe que pour des vaches dont la protéinémie est supérieure à 8 g p. 100 ml, le pourcentage d'albumine est de 37 %, il est de 43 % en moyenne chez les vaches dont la protéinémie est inférieure à 8 g p.100 ml (pour 18 degrés de liberté $P < 0,005$).

Le plus fort taux de mortalité a été observé sur les vaches dont la protéinémie totale et la gammaglobulinémie sont faibles et l'albuminémie élevée.

c) Identification dans trois élevages de vaches gestantes présentant cet ensemble d'anomalies.

Au cours de l'hiver 1971, nous avons pris au hasard dans trois départements différents 3 élevages comprenant au total 215 gestantes (deux élevages de Charolaises et un élevage de races variées), et nous avons sélectionné, dans chacun de ces élevages, les vaches qui présentaient de façon caractéristique le syndrome précisé plus haut. Nous avons ensuite calculé les taux de mortalité relevés sur les vaches dites «à anomalie» (1) et les vaches dites «sans anomalie» (l'ensemble des autres gestantes) (2). Dans chaque élevage, nous avons précisé le pourcentage de vaches qui présentaient des anomalies (3) et la part de la mortalité qui s'est produite effectivement sur les vaches présentant ces anomalies (4) (voir tableau I).

La présence de ce syndrome sur des vaches de races, de régions et de conditions d'élevage différentes permet de supposer qu'il s'agit soit d'une réaction spécifique à un facteur pathogène toujours présent dans les exploitations, soit d'une réaction non spécifique à des agressions diverses.

La précision de ce syndrome nous a permis de mieux identifier individuellement les mères qui portent des veaux «à risque élevé».

d) Résultats de quelques dosages de protéines sanguines effectués sur des veaux.

De la même manière que sur les gestantes, nous avons dosé les protéines du sérum de veaux à 48 h et à 7 jours (tableau II).

Nous avons ensuite comparé les veaux qui sont morts ultérieurement à ceux qui sont restés vivants, puis les veaux qui ont présenté des symptômes morbides entre 3 et 7 j. à ceux qui n'ont pas présenté de symptômes morbides avant l'âge de 8 jours.

Ultérieurement, nous avons comparé à l'âge de 7 jours les veaux nés en cabane et restés constamment isolés à côté de leur mère aux veaux nés en étable commune et éloignés de leur mère, en dehors des heures de repas.

Les résultats obtenus montrent qu'à 48 h les veaux qui vont mourir ont significativement moins de protéines totales et un pourcentage d'albumine plus élevé que les veaux qui vont survivre.

Les différences les plus caractéristiques ont été obtenues par le dosage des gammaglobulines.

A 48 h, les veaux qui vont mourir ou qui vont être malades avant l'âge de 8 jours, ont absorbé moins de gammaglobulines que ceux qui vont rester vivants ou que ceux dont les symptômes n'apparaissent qu'après l'âge de 8 jours.

TABLEAU I

COMPARAISON DES TAUX DE MORTALITE RELEVES SUR DES VACHES
PRESENTANT DES ANOMALIES DES PROTEINES PLASMATIQUES
ET DE CEUX RELEVES SUR L'ENSEMBLE DES AUTRES VACHES DU MEME ELEVAGE

Elevages	A (Cher)	B (Nièvre)	C (P-de-D)	Ensemble
mortalité %	6/94 = 6,4	29/77 = 37,7	11/44 = 25	46/215 = 21,4
(1) mortalité % sur veaux nés de vaches à «anomalies»	4/13 = 30,8	11/15 = 73,4	5/8 = 62,5	20/36 = 55,5
(2) mortalité % sur veaux nés des autres vaches de l'élevage	2/81 = 2,5	18/62 = 29	6/36 = 16,7	26/179 = 14,5
Probabilité χ^2	$P < 0,001$	$P < 0,025$	$P < 0,025$	$P < 0,001$
Pourcentage de vaches «à anomalies» dans l'élevage	13/94 = 14	15/77 = 19,5	8/44 = 18,1	36/215 = 16,7
Part de la mortalité s'étant produite sur les vaches «à anomalies» dans l'élevage	4/6 = 67	11/29 = 38	5/11 = 45,4	20/46 = 43,5

e) **Relations entre les anomalies observées sur les mères et les anomalies observées sur les veaux à 48 h.**

Nous avons comparé à l'âge de 48 heures les pourcentages d'albumine calculés et les taux de gamma-globulines observés sur les veaux dont les mères présentaient pendant la gestation des valeurs de protéines plasmatiques considérées comme anormales, à ceux que nous avons observés sur les veaux issus de l'ensemble des autres vaches de l'élevage *.

Les résultats montrent que les veaux nés de vaches «à anomalies» ont en moyenne à 48 heures un pourcentage d'albumine significativement plus élevé et une gammaglobulinémie significativement plus basse que les veaux nés des autres mères.

Ceci permet de conclure que les anomalies observées sur certaines mères sont en relation avec l'inaptitude des veaux à acquérir une gamma-globulinémie normale.

Par d'autres calculs, nous avons obtenu une corrélation hautement significative entre la protéinémie totale des mères à huit mois de gestation et l'accroissement du taux sanguin de gamma-globulines chez le veau entre le moment de la naissance et l'âge de 48 heures.

---

* (dans la comparaison de ces deux groupes, nous n'avons tenu compte dans les deux lots que des veaux qui ont survécu).

Pour 7 couples mères-veaux (5 degrés de liberté)	Protéinémie totale/ (des mères)	absorption des gamma-globulines (veau)	r = 0,81 P < 0,025

Les relations entre les anomalies relevées sur les gestantes et l'absorption des gamma-globulines par le veau méritent d'être approfondies. L'étroitesse de ces relations et les mécanismes physiopathologiques qu'elles paraissent impliquer doivent être précisés.

TABLEAUX II

RESULTATS DE DOSAGES EFFECTUES SUR DES VEAUX AGES DE 48 HEURES - RELATIONS AVEC LA PATHOLOGIE

II a

Veaux	n	P.T. g/100 ml	Alb. g/100 ml	Alb/PT %	γ glob. g/100 ml
morts	4	5,16 + 1,07	2,56 + 0,28	50,4 + 5,87	0,65 + 0,77
vivants	20	6,62 + 1,10	2,39 + 0,21	37,1 + 6,76	2,15 + 0,98
Signific.	22 DL	P < 0,025		P < 0,005	P < 0,01

II b

Veaux	n	P.T. g/100 ml	Alb. g/100 ml	Alb/PT %	γ glob. g/100 ml
malades	13	6,08 + 1,46	2,44 + 0,22	42,12 + 9,19	1,42 + 1,12
non malades		6,64 + 0,80	2,35 + 0,17	35,97 + 5,6	2,47 + 0,73
Signific.	20 DL				P < 0,025

INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

En présence d'anomalies dans les taux de différentes protéines plasmatiques observées sur des vaches gestantes, il était possible d'envisager que ces anomalies résultaient de l'action d'un agent pathogène responsable par lui-même de l'apparition de symptômes morbides sur le veau et entraînant de la mortalité. Par des méthodes d'analyse statistique (calculs de coefficients de corrélation partiels entre les anomalies observées sur les taux d'albumine des mères, la mortalité périnatale, la mortalité néonatale, la morbidité et le taux de survie parmi les malades), nous avons pu préciser que les facteurs réellement responsables de la morbidité qui sévit sur les veaux sont différents des facteurs liés à l'apparition des anomalies des protéines plasmatiques chez les mères.

On peut alors affirmer que les anomalies décelées témoignent essentiellement d'une diminution de la résistance des veaux aux maladies et non d'un facteur déclenchant de la maladie.

Par les dosages que nous avons effectués sur quelques veaux, nous avons pu observer qu'effectivement cette diminution de résistance pouvait être décelée par différents dosages de protéines plasmatiques et en particulier par l'étude du taux de gamma-globulines sériques à 48 heures.

D'après nos résultats actuels, la diminution de la résistance des veaux pourrait s'expliquer par une insuffisance d'absorption de gamma-globulines colostrales.

Des dosages effectués sur les colostrums * administrés aux veaux que nous avons étudiés montrent que, bien qu'il y ait eu quelques variations dans les compositions en protéines des colostrums, ceux-ci présentaient une composition considérée comme normale.

Certains veaux, malgré une absorption correcte de colostrum, telle qu'elle a été précisée par les travaux de l'équipe du Professeur SCHOENAERS, ont donc été incapables d'acquérir un taux normal de gamma-globulines circulantes.

Le rôle de l'hypogamma-globulinémie dans la mortalité néonatale des veaux a été souligné par de nombreux auteurs depuis plusieurs années. Cependant, les mécanismes responsables de l'inaptitude des veaux nouveau-nés à acquérir une gamma-globulinémie normale restent encore inconnus.

Différentes hypothèses ont été proposées, soit que le colostrum administré est déficient en certains facteurs qui favorisent l'absorption par l'intestin du veau des gamma-globulines colostrales, soit que l'intestin du veau est inapte à absorber ces gamma-globulines.

Le dépistage pendant la gestation de vaches qui portent des veaux à risque élevé devrait permettre des expérimentations plus faciles pour approfondir les mécanismes physiopathologiques de l'hypogamma-globulinémie des veaux et rechercher les causes communes à l'apparition des anomalies des protéines plasmatiques des mères et à la diminution de la résistance des veaux.

Nous avons pu observer en outre que la teneur en gamma-globulines des sérums de veaux à sept jours était également sous l'influence de facteurs d'environnement externe (voir tableau III) qui méritent d'être approfondis. Des travaux sur ce sujet ont été publiés par SELMAN en 1971.

TABLEAU III

RESULTATS DE DOSAGES EFFECTUES SUR DES VEAUX

AGES DE 7 JOURS - IMPORTANCE DES FACTEURS D'ENVIRONNEMENT

Veaux	n	P.T. g/100 ml	Alb. g/100 ml	Alb. P.T. %	γ glob. g/100 ml
en cabane individuelle	12	6,76 + 0,87	2,81 + 0,22	42,28 + 7,21	2,17 + 0,7
en étable	7	5,71 + 0,65	2,69 + 0,27	47,34 + 5,01	1,38 + 0,66
Signific.	17 DL	$P < 0,025$			$P < 0,05$

* *Résultats de dosages communiqués par CONTREPOIS, 1971.*

PUBLICATIONS TECHNIQUES DE CHERCHEURS DU CENTRE

ANDRIEU J. et DEMARQUILLY C., 1970. La valeur alimentaire du maïs fourrage. Revue Elevage. 48ème n° spécial, 35-43.

ANDRIEU J., 1970. Valeur alimentaire des fourrages déshydratés et agglomérés. Fourrages n°42, 58-68.

ANDRIEU J., 1970. Valeur alimentaire du maïs fourrage - in Le maïs, plante fourragère. A.G.P.M. Paris 27-28 janvier, 21-32.

ANDRIEU J., BERANGER C., CROSSET-PERROTIN M., DEMARQUILLY C., HODEN A., JOURNET M. et MALTERRE C., 1970. Le maïs fourrage ; valeur alimentaire, utilisation de l'ensilage pour la production de lait et de viande, complémentaire. Document technique de la S.C.P.A., n°5.

BERANGER C., 1970. Utilisation de l'herbe pour l'engraissement des bovins de boucherie. 49ème n° spécial. Revue Elevage 7-20.

DEMARQUILLY C., 1970. La valeur alimentaire des principaux fourrages verts. Revue Elevage. 48ème n° spécial, 24-25.

DEMARQUILLY C. et ANDRIEU J., 1970. La valeur alimentaire des foins et des fourrages déshydratés. Revue Elevage. 48ème n° spécial, 85-97.

DEMARQUILLY C. et ANDRIEU J., 1970. Les céréales immatures. Revue Elevage. 48ème n° spécial, 99-110.

DEMARQUILLY C., 1970. Valeur alimentaire des foins. Fourrages n°42. 46-55.

DEMARQUILLY C., 1970. Valeur alimentaire de la plante de céréale, de sorgho et de tournesol. Fourrages n°42, 53-57.

DULPHY J.P., 1970. Valeur alimentaire des ensilages. Fourrages n°42, 40-45.

HODEN A., VERITE R., CROSSET-PERROTIN M., 1970. Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production laitière. Revue de l'Elevage - 49ème n° spécial, 23-35.

JARRIGE R., 1970. Méthode de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. Fourrages n°42, 89-107.

JARRIGE R. 1970. Note sur la méthode d'expression et de calcul de la valeur énergétique des fourrages in C. DEMARQUILLY et P. WEISS : tableaux de la valeur alimentaire des fourrages, 56-60.

JOURNET M., HODEN A., VERITE R., 1970. Utilisation de l'ensilage de maïs par les vaches laitières. B.T.I. n°250, p. 333.

JOURNET M., 1970. Problèmes posés par l'utilisation des tableaux de la valeur alimentaire des fourrages pour le rationnement de la vache laitière. Fourrages n°42, 109-124.

JOURNET M., 1970. Utilisation des fourrages déshydratés pour la production laitière. Revue de l'Elevage - 49ème n° spécial, 47-62.

MALTERRE C., LELONG C., HAUREZ P., 1970. Utilisation de l'ensilage de maïs pour la production de viande. Revue de l'Elevage, 37-45.

THIVEND P., 1970. Influence des traitements technologiques sur la valeur nutritive des céréales pour le ruminant. Indust. Aliment. **212,** 37-45.

THIVEND P., 1970. Le traitement technologique des céréales. Rev. Elevage 48ème n° spécial, 111-114.

THIVEND P., 1970. Valeur alimentaire du maïs grain. in Le maïs, plante fourragère. A.G.P.M. Paris 27-28 janvier.

VERITE R., HODEN A. et JOURNET M., 1970. Utilisation de l'ensilage de maïs par les vaches laitières in «Le maïs plante fourragère». A.G.P.M. Paris 27-28 janvier, 145-165.

VERITE R., 1970. Utilisation des betteraves et des choux par les vaches laitières. Fourrages n° 42, 84-88.

WEISS Ph., DEMARQUILLY C., 1970. Valeur alimentaire des fourrages verts. Fourrages n° 42, 3-22.

FAUCONNEAU G., PION R., Valeur nutritive et azotée des aliments. Sélect. Fr., 1970, 19-34.

PION R., PRUGNAUD J., 1970. Composition en acides aminés et valeur nutritive du tourteau de colza ; influence des traitements thermiques. Journées Internationales sur le colza, 446-450 (CETIOM Editeur).

PION R., RERAT A., PRUGNAUD J., 1970. Etude cinétique de la supplémentation de la farine de poisson par de la DL méthionine chez le porc en croissance. Journées de la recherche porcine en France, 67-73.

BOCCARD R., 1970. Problèmes de l'élevage du mouton principalement producteur de viande dans les pays méditerranéens. Symposium F.E.Z. - Espagne, mai, 1970, 1-16.

BOCCARD R., Principes de paiement à la qualité des ovins. 1er colloque international pour les industries de la viande «paiement des viandes à la qualité» - MATIC - novembre 1970.

Le paiement à la qualité des viandes ovines comme dans les autres espèces vise à faciliter les échanges commerciaux mais aussi à permettre aux éleveurs faisant un effort d'amélioration de leur production de bénéficier d'une rémunération correspondante.

Ce mode de paiement suppose que les parties en présence soient parfaitement d'accord sur les éléments de la transaction : place du produit dans la hiérarchie des qualités et cours de la qualité définis. La première condition est liée à l'appréciation la plus précise possible des qualités du produit et à leur combinaison.

L'appréciation des qualités est d'autant plus aisée que l'on considère un produit plus élaboré or les éleveurs de moutons, très dispersés, restent encore très attachés à la commercialisation sur pied, stade où les estimations de la qualité des carcasses et surtout de la viande restent très subjectives.

La qualification des carcasses repose sur les mesures du poids, l'appréciation de la conformation, de l'importance et de la répartition des masses adipeuses de l'os et enfin de la couleur de la viande.

Producteurs et professionnels peuvent s'entendre sur les plages de variation de ces caractères (système descriptif) mais la pondération de ceux-ci pour obtenir un classement hiérarchique (classification) offre beaucoup plus de divergences. En effet sur l'ensemble du territoire français les exigences des divers marchés sont relativement différentes quant au poids, l'importance du gras et à un moindre degré pour la conformation. Il en est de même sur le plan international.

Ces différences de point de vue rendent très difficile une cotation nationale, la même classe d'animaux pouvant être payée à des prix sensiblement différents selon les grands marchés régionaux qui devraient par conséquent avoir chacun leur propre classification. L'harmonisation ou tout au moins les comparaisons nécessiteraient la définition d'une classe qui servirait d'étalon. Ce même besoin se fait sentir sur le plan de la Communauté européenne pour faciliter les réglements et les échanges.

Les systèmes de paiement à la qualité peuvent difficilement intégrer des éléments subtils dont les caractères organoleptiques font partie. C'est pourquoi certains producteurs souhaitent l'établissement de label qui distingueraient leurs produits obtenus dans des conditions d'élevage précises et présentant un goût ou des arômes particuliers.

SOMMAIRE DE PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.

COMBE E., PION R., SACQUET E. :

Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1970, 10 (4), 697-702

INFLUENCE DE LA NATURE ET DU TAUX DES PROTEINES ALIMENTAIRES SUR LA COMPOSITION EN ACIDES AMINES DU CONTENU DU CAECUM DU RAT AXENIQUE

Le but de ce travail était d'étudier les composés azotés dans le contenu de caecum des rats axéniques soumis à différents régimes (matière azotée % : 22, caséine - 7, riz - 4, oeuf et 0,8 protéiprives). Un lot de rats axéniques et un lot de rats holoxéniques ont été nourris *ad libitum* avec l'un de ces régimes pendant 8 jours. A la fin de l'expérience on a prélevé les contenus de caecum sur les rats anesthésiés de chacun des groupes. On a ainsi obtenu 2 échantillons l'un provenant de caecum des rats axéniques et l'autre provenant de caecum des rats holoxéniques. On a fractionné chacun des échantillons pour obtenir : le matériel soluble dans l'éthanol 80 % (fraction 1), le matériel soluble dans l'acide trichloracétique 10 % (fraction 2) et le matériel insoluble dans l'éthanol et dans l'acide trichloracétique (fraction3). Sur chacune des fractions on a déterminé l'azote par microkejeldahl et les acides aminés par chromatographie quantitative sur colonnes (selon MOORE et STEIN) après hydrolyse acide. Les quantités moyennes de matière sèche ingérées par jour et par animal étaient d'environ 20 grammes. Les caecums axéniques contiennent d'avantage d'azote que ceux des holoxéniques et cette différence est due à la fois aux composés solubles dans l'éthanol et aux composés solubles dans l'acide trichloracétique. La quantité d'azote présente dans les fractions 1 et 2 provenant des animaux axéniques augmente avec la matière azotée du régime alors que celle qui est renfermée dans la fraction 3 reste constante. Dans le cas du régime à base de protéines de riz la fraction 3 est particulièrement riche en azote aussi bien chez les axéniques que chez les holoxéniques. La fraction 2 provenant des animaux axéniques est toujours riche en thréonine (6,4 - 7,35 - 6,65 - 11,65 mg pour 16 g d'azote pour chacun des régimes contenant respectivement 22 - 7 - 4 et 0,8 % de matières azotées) et en sérine (9,05 - 5,4 - 4,45 - 5,8 mg pour 16 g d'azote respectivement pour les différents régimes) ; elle est pauvre en glycine, leucine, tyrosine et phénylalanine et méthionine par rapport à la composition habituelle de protéines d'origine animale. Ces caractéristiques sont voisines de celles des mucoprotéines et des enzymes pancréatiques. Quand la matière azotée du régime passe de 22 % à 7 % et 0,8 %, la teneur en thréonine des matières azotées de la fraction 2 des caecums des animaux axéniques augmente énormément et la proportion de l'azote des acides aminés dans l'azote total diminue sans doute par suite d'une augmentation de la proportion des sucres aminés. Ces observations permettent de supposer que la proportion des protéines endogènes dans les protéines présentes dans les contenus de caecums axéniques augmente quand la teneur en matière azotée du régime diminue. La composition en acides aminés du matériel insoluble du contenu de caecum axénique n'est pas différente de celle de la composition en acides aminés de l'épithélium intestinal. Les teneurs en acides aminés des composés insolubles de la fraction 3 ne varient pas avec les matières azotées du régime sauf pour le régime B 7 % de matière azotée (riz) dans lequel la stérilisation à la vapeur à 120° a sans doute diminué la disponibilité des protéines de riz. La teneur en lysine des composés insolubles est toujours plus faible que celle des protéines d'origine animale : 3,7 - 3,05 - 4,6 -4,8 mg pour 16 g d'azote respectivement avec les différents régimes ; ce qui est vraisemblablement dû à l'action spécifique des enzymes pancréatiques sur les protéines des contenus digestifs des axéniques.

GRENET E. :

Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1970, 10 (4), 643-657

TAILLE ET STRUCTURE DES PARTICULES VEGETALES AU NIVEAU DU FEUILLET ET DES FECES CHEZ LES BOVINS

Nous avons étudié la taille des particules du contenu de feuillet et des fécès, la composition microscopiques des particules végétales et la proportionde tissus lignifiés qu'elles renferment, sur 50 échantillons de contenu de feuillet et 48 échantillons de fécès de bovins. 20 régimes différents ont été étudiés dont 6 étaient des régimes de fourrages verts et 14 des régimes d'engraissement hivernal à base de fourrages et d'aliment concentré. Nous avons relié nos résultats avec la composition chimique et la digestibilité du fourrage ingéré.

La taille moyenne des particules du contenu de feuillet est très faible, 0,50 mm en moyenne pour les 20 régimes étudiés, et la taille moyenne des particules fécales est encore inférieure (0,39 mm). La taille moyenne des particules du feuillet varie en sens inverse de la digestibilité de la matière organique des fourrages, et dans le même sens que la teneur en matière organique indigestible et la teneur en cellulose brute indigestible. La taille moyenne des particules fécales montre seulement une relation positive avec la teneur en matière organique indigestible.

Les particules du contenu de feuillet et des fécès de taille supérieure à 0,40 mm sont composées de fragments de tissus lignifiés (vaisseaux et sclérenchyme), de parenchyme et d'épiderme.

L'examen microscopique des contenus de feuillet et des fécès permet d'identifier en grande partie les divers constituants du régime, betteraves et aliments concentrés ainsi que le lieu de la digestion de l'amidon des céréales.

La lignification des particules du contenu de feuillet montre une relation positive avec la lignification des particules fécales. Elles présentent toutes les deux une liaison négative avec la digestibilité de la matière organique et de la cellulose brute des fourrages, et une liaison directe avec la teneur en matière organique indigestible et la teneur en cellulose brute indigestible.

AUROUSSEAU B., DE GROOT L., VERMOREL M. :

Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1970, 10 (4), 703-706

ETUDE COMPAREE DE L'UTILISATION ENERGETIQUE DE REGIMES RICHES EN ACIDE CAPRYLIQUE OU EN ACIDES GRAS INSATURES

Deux régimes comportant soit de la tricapryline ou de l'huile d'arachide au niveau de 20 % de l'énergie métabolisable ont été distribués à des rats mâles de souche Wistar en croissance ; les bilans énergétiques et azotés ont été obtenus par abattage et analyse des carcasses.

Après 26 jours d'expérience les rats recevant le régime comportant de la tricapryline ont fixé 8 % de moins d'énergie que ceux qui ont reçu le régime comportant de l'huile d'arachide ($P = 0,001$). L'utilisation de l'énergie métabolisable des acides gras comparée à celle de l'amidon a été de 103 % pour ceux de l'huile d'arachide, de 87 % pour l'acide caprylique. Comparativement à un régime témoin ne comportant pas d'acides gras les synthèses protéiques ont été accrues de 7,7 % par l'huile d'arachide et de 9 % par la tricapryline ($P = 0,001$).

DECAEN C., et GHADAKI M.B.

Ann. Zootech., 1970, 19 (4), 399-412

VARIATION DE LA SECRETION DES ACIDES GRAS DES MATIERES GRASSES DU LAIT DE VACHE A LA MISE A L'HERBE ET AU COURS DES SIX PREMIERES SEMAINES D'EXPLOITATION DU FOURRAGE VERT.

A la mise à l'herbe et au cours des six premières semaines d'exploitation du premier cycle de la plante, nous avons observé les variations de la composition en acides gras majeurs des matières grasses du lait de vache et de la quantité de ces acides gras sécrétée par jour. Seize vaches, réparties en 3 lots, ont reçu individuellement, à l'auge, du fourrage vert de luzerne, de ray-grass ou de dactyle. Une période de transition de 8 jours (graminées) ou 15 jours (légumineuses) a permis aux animaux de passer progressivement du régime hivernal (foin, ensilage, betteraves, aliment concentré) à la ration constituée exclusivement de fourrage vert.

A la mise à l'herbe, les quantités sécrétées de lait et de matières grasses et le taux butyreux augmentent. La composition des matières grasses du lait est très nettement modifiée : les proportions des acides gras courts (C4 - C14) et de l'acide palmitique diminuent alors que celles d'acides gras longs (C18) augmentent, notamment celles des acides gras polyinsaturés. Ces modifications résultent d'une augmentation des quantités sécrétées d'acides gras longs (+ 49 %) qui est supérieure à la diminution (- 33 %) de celles des acides gras courts et de l'acide palmitique. Ces variations sont semblables avec chacune des trois espèces fourragères étudiées, mais l'amplitude des variations est plus marquée avec le ray-grass qu'avec la luzerne et surtout le dactyle.

Au cours des six semaines d'exploitation du premier cycle des 3 espèces fourragères, la composition en acides gras des matières grasses du lait varie peu, alors que les quantités de lait et de matières grasses sécrétées diminuent. Les vaches recevant du ray-grass maintiennent mieux leur production que celles consommant de la luzerne et surtout du dactyle.

DEMARQUILLY C.

Ann. Zootech., 1970, 19 (4), 413-422

EVOLUTION DE LA DIGESTIBILITE ET DE LA QUANTITE INGEREE DES PLANTES ENTIERES D'AVOINE, DE BLE ET D'ORGE ENTRE LA FLORAISON ET LA MATURATION DU GRAIN.

La digestibilité et la quantité ingérée des plantes entières d'avoine, d'orge et de blé ont été mesurées sur des moutons, entre le stade «début épiaison» ou «floraison» et la fin du stade «pâteux».

La participation relative des divers organes à la matière sèche de la plante évolue régulièrement jusqu'au stade pâteux. La teneur en matières azotées et en cellulose brute diminue au cours de la maturité, alors que la teneur en amidon augmente.

La digestibilité de la matière organique diminue rapidement jusqu'au début de la formation du grain où elle est de l'ordre de 61-62 % chez les trois céréales. Elle reste alors pratiquement constante jusqu'au stade pâteux chez l'orge et le blé ou réaugmente un peu jusqu'au stade laiteux avant de se stabiliser. En revanche, elle continue à décroître très lentement chez l'avoine. Elle est faiblement liée à la teneur en matières azotées ($r = 0{,}733$, $n = 27$) et surtout à la teneur en cellulose brute ($r = 0{,}395$, $n = 26$).

La quantité de matière sèche ingérée diminue rapidement jusqu'au début de la formation du grain où elle est de l'ordre de 45 g/kg $P^{0,75}$. Elle augmente alors légèrement de 10 à 15 % jusqu'au stade laiteux chez le blé et l'orge et jusqu'au stade pâteux chez l'avoine pour diminuer rapidement ensuite.

Les quantités de matière sèche récoltées à l'hectare sont élevées et augmentent rapidement à partir de la floraison. Elles sont maximum dès le début du stade pâteux.

Le stade optimum de récolte pour l'ensilage se situe au stade laiteux-pâteux, les céréales ayant alors une teneur en matière sèche comprise entre 35 et 40 %.

VERMOREL M., THIVEND P., THERIEZ M.

Ann. Zootech., 1970, 19 (4), 461-464

UTILISATION ENERGETIQUE DE L'ORGE, DU BLE, DU MAIS ET DU SORGHO PAR L'AGNEAU EN CROISSANCE.

L'étude de l'utilisation énergétique de 4 céréales, effectuée sur 86 agneaux en croissance par estimation de la composition corporelle, indique que la valeur énergétique nette du maïs est supérieure à celle de l'orge, du sorgho et du blé ; la valeur énergétique nette du blé est elle-même supérieure à celle de l'orge. Pour des agneaux ayant eu une vitesse de croissance modérée (de 163 à 175 g/j), la protéinogénèse a été, par rapport à la lipogénèse, plus importante avec le maïs qu'avec les trois autres céréales.

DECAEN C. et ADDA J.

Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 1970, 10 (4), 659-677

EVOLUTION DE LA SECRETION DES ACIDES GRAS DES MATIERES GRASSES DU LAIT AU COURS DE LA LACTATION DE LA VACHE

Nous avons observé l'évolution qualitative et quantitative de la sécrétion des principaux acides gras des triglycérides du lait de 17 vaches, au cours d'une lactation de 40 semaines. Ces vaches, alimentées individuellement à l'étable, avec une ration de foin de luzerne distribuée sous forme longue et condensée, appartenaient à deux lots : les unes vêlant en hiver à Jouy, les autres en automne à La Minière.

Au cours des deux premiers mois de lactation, la proportion des acides gras courts des triglycérides du lait (C 4 - C 14) augmente, celle des acides gras longs (C 18) diminue et celle de l'acide palmitique varie peu ; la quantité sécrétée d'acides gras courts augmente de 50 %, celle d'acides gras longs diminue de 40 % et celle d'acide palmitique diminue légèrement. Pendant ce temps, la vache augmente ses quantités d'aliments ingérées, mais perd du poids car son bilan énergétique est très déficitaire dans les 2 ou 3 semaines qui suivent la mise-bas. La baisse du taux butyreux au cours des deux premiers mois de la lactation vient de la diminution de la sécrétion des acides gras longs du lait, elle-même liée à l'intensité de la mobilisation des réserves corporelles.

Après le 3ème mois de lactation, les quantités sécrétées de lait et de matières grasses diminuent, mais la composition en acides gras des triglycérides du lait ne varie pas, bien que le taux butyreux augmente.

La production laitière semble plus stimulée en hiver et au printemps, la remontée du taux butyreux au cours de la deuxième moitié de la lactation est surtout marquée à partir du mois d'août, que les vaches vêlent en novembre ou en mars.

DEMARQUILLY C.

Ann. Zootech., 1970, 19 (4), 423-437

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTEE SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES VERTS

1°) Nous avons comparé en continu, tout au long des cycles successifs de végétation, l'influence de la fertilisation azotée sur la digestibilité de l'herbe verte et la quantité qui est ingérée par les moutons.

L'étude a porté sur :

- une prairie de ray-grass anglais Melle Pâture ayant reçu après le premier cycle 50 ou 100 kg N/ha. Le deuxième cycle a été étudié pendant 4 semaines successives ;

- une prairie de ray-grass anglais Reveille ayant reçu avant chaque cycle 40 ou 80 kg N/ha. Les 1er et 2ème cycles ont été étudiés durant 7 semaines et le 3ème cycle durant 6 semaines consécutives ;

- une prairie permanente normande ayant reçu avant les 2ème et 3ème cycles 40 ou 120 kg N/ha. Les 2ème et 3ème cycles ont été étudiés durant 4 semaines successives.

2°) L'augmentation de la fertilisation azotée a peu modifié la composition morphologique des fourrages et les dates de réalisation des stades «début épiaison» et «début floraison». En revanche elle a, le plus souvent de façon significative, diminué la teneur en matière sèche des fourrages et augmenté leur teneur en matières azotées. Elle a eu tendance à augmenter les teneurs en cendres et en cellulose brute mais l'augmentation est rarement significative.

3°) La fertilisation azotée a eu une action faible et de sens variable sur la digestibilité de la matière organique. Dans 25 comparaisons sur les 32 effectuées, la digestibilité n'a pas été modifiée, elle a été diminuée dans les 3 cas et a été augmentée dans 4 cas.

En revanche, elle a augmenté, le plus souvent de façon significative, la digestibilité des matières azotées, mais la liaison entre la digestibilité et la teneur en matières azotées n'a pas été modifiée.

Quant à la digestibilité de la cellulose brute, elle a été peu modifiée et a varié en général dans le même sens que la digestibilité de la matière organique.

4°) La quantité ingérée n'a pas été modifiée par la fertilisation azotée dans 13 des 32 comparaisons ; elle a été significativement augmentée de 6 % en moyenne dans 11 comparaisons et a été significativement diminuée de 11,7 % en moyenne dans 8 des comparaisons. Ces dernières ont toutes été effectuées sur des repousses de prairie permanente, aussi est-il difficile de savoir si la diminution de quantité ingérée résulte ou non d'une modification de la flore.

5°) La fertilisation azotée a augmenté de façon importante la quantité de matière sèche, la quantité d'U.F. et surtout la quantité de matières azotées digestibles produite à l'hectare.

6°) Ces résultats, qui confirment ceux trouvés par d'autres auteurs, à savoir que la fertilisation azotée modifie peu la valeur énergétique des fourrages, sont discutés. En ce qui concerne la quantité ingérée, l'étude devra être reprise sur des prairies monospécifiques recevant des fumures azotées supérieures à 100 kg N/ha/cycle.

THERIEZ M. et MOLENAT G.

Ann. Zootech., 1970, 19 (4), 455-459

INFLUENCE DE LA TAILLE DU LOT SUR LA QUANTITE D'ALIMENT INGERE PAR LA BREBIS EN BERGERIE.

On a comparé les quantités de matière sèche ingérées par des brebis en cases individuelles ou en lots de 6 ou de 24 animaux et on a déterminé le nombre minimum de sujets nécessaires pour mesurer ces quantités à 5 % près.

Sous réserve d'utiliser au minimum 15 brebis gestantes et 21 en lactation, les résultats obtenus sont les mêmes, que les animaux soient logés en cases individuelles ou en lots.

PERIGAUD Simone.

Ann. Agron., 1970, **21** (5), 635-669

LES CARENCES EN OLIGO-ELEMENTS CHEZ LES RUMINANTS EN FRANCE.

Les carences en oligo-éléments chez les ruminants en France posent des problèmes de diagnostic, tant cliniques qu'analytiques. La localisation géographique des sols les plus pauvres de par leur formation géopédologique donne une image approximative des régions à « carences probables ». Celles-ci sont très dispersées sur tout le territoire.

Mais le recours à des espèces sélectionnées de haute productivité, à la fertilisation, à l'irrigation, peut aggraver les carences naturelles ou révéler de nouvelles carences chez l'animal qui ne reçoit pas par ailleurs une complémentation minérale convenable. La fertilisation en cuivre des prairies paraît une solution d'avenir mais dans des limites qui restent à préciser.

Editions S . E . I .

I . N . R . A .

C.N.R.A. Route de Saint-Cyr

78 - Versailles